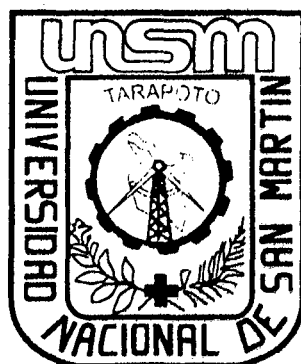


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL



**“REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL
Nº 8 MARGEN IZQUIERDA IRRIGACIÓN SISA - SAN PABLO -
BELLAVISTA - SAN MARTÍN”**

TESIS

**PRESENTADO PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR:

Bach. GILBER RENGIFO PINCHI

ASESOR:

Dr. Ing. JOSÉ DEL CARMEN PIZARRO BALDERA

TARAPOTO - PERÚ

2011

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL N° 8
MARGEN IZQUIERDA IRRIGACIÓN SISA – SAN PABLO –
BELLAVISTA – SAN MARTÍN”

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:
BACH. GILBER RENGIFO PINCHI

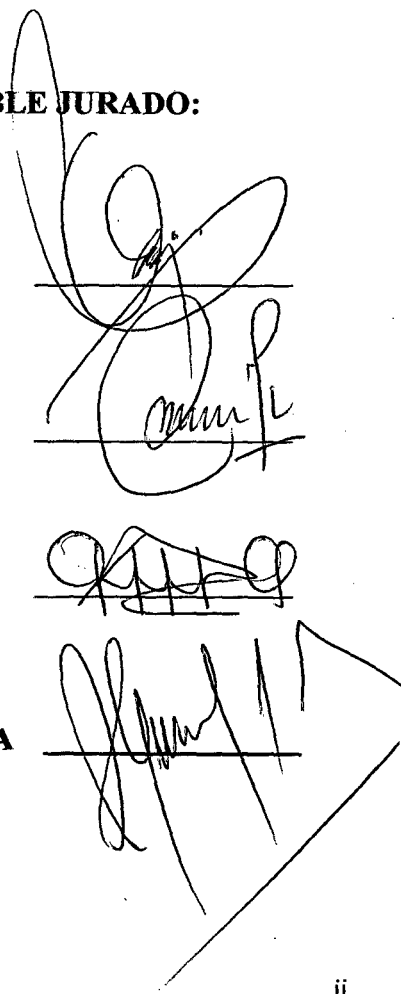
SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL HONORABLE JURADO:

Presidente: Dr. Ing° SERBANDO SOPLOPUCO QUIROGA

Secretario: Ing° CARLOS ENRIQUE CHUNG ROJAS

Miembro : Msc. Ing° RUBÉN DEL ÁGUILA PANDURO

Asesor : Dr. Ing° JOSÉ DEL CARMEN PIZARRO BALDERA



DEDICATORIA

A Dios, por brindarme buena salud, sabiduría y fortaleza en todo momento, para afrontar todas las dificultades.

A mis padres por su cariño, perseverancia y sacrificio, por ser los motivadores constantes para el logro de uno de mis grandes objetivos, con respecto a mi carrera y en todos los aspectos de mi vida.

A mis hermanos: Shirley y Jasón, quienes de una u otra manera, al estar a mi lado, han sabido apoyarme siempre y fueron partícipes en la elaboración de la presente tesis.

Gilber Rengifo Pinchi

AGRADECIMIENTO.

Un agradecimiento especial a todas aquellas personas que me facilitaron la información necesaria para hacer posible la elaboración de la presente tesis, tales como: al Ing. Geicen Bladislav Delgado Vásquez, al Bach. Ing. Carlos Ibagué.

También agradecer al Dr. Ing. José del Carmen Pizarro Baldera, por la asesoría ejercida en la elaboración de la presente tesis de forma satisfactoria.

Finalmente agradecer a mis padres por el apoyo incondicional brindado en las dificultades que se pudieron haber presentado en la elaboración de la presente tesis

Gilber Rengifo Pinchi

ÍNDICE GENERAL

DESCRIPCIÓN	PÁG.
CONTRACARACTULA	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	xiii
I. INTRODUCCIÓN	001
1.1. Generalidades	001
1.2. Exploración preliminar orientando la investigación.	002
1.3. Aspectos generales del estudio.	003
1.3.1. Ubicación política y geográfica	003
1.3.2. Vías de acceso	003
1.3.3. Topografía	004
1.3.4. Geología y Geotecnia	004
1.3.5. Hidrología	004
II. MARCO TEÓRICO	005
2.1. Antecedentes, planteamiento, delimitación y formulación del problema a resolver.	005
2.01.01. Antecedentes:	005
2.01.02. Planteamiento:	006
2.01.03. Delimitación:	006
2.01.04. Formulación del Problema:	007
2.2. Objetivos: Generales y Específicos.	008
2.02.02. Objetivos Generales	008
2.02.03. Objetivos Específicos	008
2.3. Justificación de la investigación.	008
2.4. Delimitación de la investigación.	009
2.5. Marco Teórico:	009
2.5.1. Antecedentes de la investigación.	009
2.5.2. Fundamentación Teórica de la investigación.	011
2.5.2.1. Cedula de Cultivo	012
2.5.2.2. Uso Consuntivo	013

2.5.2.3.	Trazo de canales	016
2.5.2.4.	Radio mínimos en canales	018
2.5.2.5.	Elementos de una curva en canales abiertos	019
2.5.2.6.	Rasante de un canal	020
2.5.2.7.	Sección típica de un canal	022
2.5.2.8.	Sección hidráulica óptima	023
2.5.2.8.1.	Condición de máxima eficiencia hidráulica.	023
2.5.2.8.2.	Determinación de mínima infiltración	023
2.5.2.9.	Determinación de las pérdidas por infiltración	024
2.5.2.10.	Condiciones críticas	025
a.	Régimen crítico	025
b.	Régimen subcrítico	026
c.	Régimen supercrítico	026
d.	Ecuaciones que relacionan el flujo crítico	027
2.5.2.11.	Tipos de canales por su superficie	028
2.5.2.11.1.	Canal revestido	028
2.5.2.11.2.	Canal de tierra	029
2.5.2.12.	Revestimiento de concreto en canales	030
2.5.2.13.	Diseño de secciones hidráulicas	031
2.5.2.14.	Criterios de diseño	034
2.5.2.15.	Borde libre	042
2.5.2.16.	Caudal	045
2.5.2.17.	Revestimiento empleado en canales	045
2.5.2.18.	Caídas verticales	047
2.5.3.	Marco Conceptual: Terminología Básica.	050
•	Temperatura	050
•	Humedad relativa	050
•	Velocidad de viento	051
•	Horas de sol	051
•	Nubosidad	051
•	Evaporación	052
•	Precipitación	052
•	Evapotranspiración	052

• Uso consuntivo	053
• Cédula de cultivo	053
• Coeficiente de cultivo	053
• Canales	054
• Canales de riego por su función	055
• Coeficientes de rugosidad	055
• Riego	056
• Tirantes críticos	056
• Pendiente admisible en canales de tierra (S)	057
• Área hidráulica (A)	057
• Profundidad total (H)	058
• Ancho de corona o berma (C)	058
• Velocidad mínima	059
• Velocidad máxima	059
2.6. Hipótesis.	060
III. MATERIALES Y MÉTODOS.	061
3.1. Materiales.	061
3.1.1. Recursos Humanos.	061
3.1.2. Recursos Materiales.	061
3.1.3. Recursos de Equipos.	061
3.1.4. Recurso de Software (programas)	061
3.2. Metodología	061
3.2.1. Universo, Muestra Población.	061
3.2.2. Sistema de Variables.	062
a) con respecto a la variable independiente	062
b) con respecto a la variable dependiente	062
3.2.3. Diseño experimental de la investigación	062
3.2.4. Diseño de Instrumentos	063
3.2.5. Procesamiento de información	064
3.2.5.1. Calculo de la demanda de agua	064
3.2.5.2. Diseño hidráulico	076
Alternativa N° 01 – Canal revestido con concreto	076

Verificación de resultados (1° Alternativa)	083
Alternativa N° 02 – Canal sin revestimiento	084
Verificación de resultados (2° Alternativa)	090
3.2.5.3. Diseño estructural de las obras de arte	091
Diseño estructural de la alcantarilla	093
Diseño estructural de toma parcelaria y partidador simple	115
3.2.5.4. Evaluación de impacto ambiental	137
IV. RESULTADOS	151
4.1. Demanda de Agua y caudal de diseño	151
4.2. Características geométricas del canal	151
4.3. Obras de arte	152
V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	153
5.1. Demanda de Agua y caudal de diseño	153
5.2. Características geométricas del canal	153
5.3. Obras de Arte	154
5.4. Selección de Alternativa	155
5.5. Contrastación de la hipótesis	156
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	157
6.1. Conclusiones	157
6.5. Recomendaciones	158
VII. BIBLIOGRAFÍA	159
VIII. ANEXOS	160
Anexo N° 01: Costos y presupuestos.	161
Anexo N° 02: Cronogramas	183
Anexo N° 03: Datos meteorológicos	188
Anexo N° 04; Estudio de Suelos	195
Anexo N° 04: Padrón de uso de agua con fines agrarios	200
Anexo N° 05: Planos	202

ÍNDICE DE TABLAS

DESCRIPCIÓN	PÁG.
Tabla N° 1, Delimitación del proyecto	007
Tabla N° 2, Radio mínimo en canales abiertos para $Q > 10 \text{ m}^3/\text{s}$	018
Tabla N° 3, Radio mínimo en canales abiertos en función del espejo de agua	019
Tabla N° 4, Radio Mínimo En Canales Abiertos Para $Q < 20 \text{ m}^3/\text{s}$	019
Tabla N° 5, Relación plantilla vs. tirante para, máxima eficiencia, mínima infiltración y el promedio de ambas	024
Tabla N° 6, Formula de Manning en canales abiertos	032
Tabla N° 7, Relaciones geométricas de las secciones transversales frecuentes	034
Tabla N° 8, Valores de rugosidad " n " de Manning	035
Tabla N° 9, Condiciones del canal y valores correspondientes para la ecuación de Cowan	036
Tabla N° 10, Taludes recomendables para canales de varias tipos de materiales	037
Tabla N° 11, Taludes apropiados para distintos tipos de material	038
Tabla N° 12, Pendientes laterales en canales según tipo de suelo	038
Tabla N° 13, Máxima velocidad en canales no recubiertos de vegetación	039
Tabla N° 14, Velocidades máximas en hormigón en función de su resistencia	040
Tabla N° 15, Ancho de solera / caudal	041
Tabla N° 16, Caudales / Borde Libre	043
Tabla N° 17, Ancho de solera / borde libre	043
Tabla N° 18, Borde libre en función del caudal	044
Tabla N° 19, Borde libre en función de la plantilla del canal	044
Tabla N° 20, Espesores Usuales De Los Revestimientos	047
Tabla N° 21, Peso específico y ángulo de fricción interna	049
Tabla N° 22, Rugosidad	056

ÍNDICE DE CUADROS

DESCRIPCIÓN	PÁG.
Cuadro N° 1, Cedula de cultivo de arroz	064
Cuadro N° 2, Coeficientes del cultivo (kc)	065
Cuadro N° 3, Porcentaje de horas de luz diarias (p)	066
Cuadro N° 4, Temperatura promedio mensual °C	067
Cuadro N° 5, Precipitación mensual y anual (mm)	068
Cuadro N° 6, Precipitación total mensual ordenada de manera descendente	069
Cuadro N° 7, Resumen de parámetros para el diseño de la demanda de agua	070
Cuadro N° 8, Resumen de caudales máximos	075
Cuadro N° 9, Resumen de resultados de la alternativa N° 01	082
Cuadro N° 10, Resumen de resultados de la alternativa N° 02	089
Cuadro N° 11, Relación de obras de arte proyectadas	092
Cuadro N° 12, Características de la Alternativa N° 01	151
Cuadro N° 13, Características de la Alternativa N° 02	151
Cuadro N° 14, Relación de Obras de Arte Proyectadas	155
Cuadro N° 15, Cedula de cultivo de arroz	189
Cuadro N° 16, Coeficientes del cultivo (kc)	190
Cuadro N° 17, Porcentaje de horas de luz diarias (p)	191
Cuadro N° 18, Temperatura promedio mensual °C	192
Cuadro N° 19, Precipitación mensual y anual (mm)	193
Cuadro N° 20, Precipitación total mensual ordenada de manera descendente	194

ÍNDICE DE GRÁFICOS

DESCRIPCIÓN	PÁG.
Gráfico N° 1, Ubicación del Área Agrícola	007
Gráfico N° 2, Elementos de Curva	019
Gráfico N° 3, Sección típica de un canal	022
Gráfico N° 4, Corte esquemático de una caída vertical	047
Gráfico N° 5, Ancho de corona en canales	059
Gráfico N° 6, Curva para determinar el tirante crítico	080
Gráfico N° 7, Diseño con revestimiento de concreto	083
Gráfico N° 8, Curva para determinar el tirante crítico	087
Gráfico N° 9, Diseño sin revestimiento	090
Gráfico N° 10, Sección asumida para diseño estructural alcantarilla	094
Gráfico N° 11, Primer estado de carga	097
Gráfico N° 12, Segundo estado de carga	097
Gráfico N° 13, Diagrama de cortantes – primer estado de carga	097
Gráfico N° 14, Diagrama de momentos – primer estado de carga	097
Gráfico N° 15, Diagrama de cortantes – segundo estado de carga	098
Gráfico N° 16, Diagrama de momentos – segundo estado de carga	098
Gráfico N° 17, Diagrama de cortantes – envolvente	098
Gráfico N° 18, Diagrama de momentos – envolvente	098
Gráfico N° 19, Diseño final de la alcantarilla	114
Gráfico N° 20, Sección asumida para diseño estructural toma parcelaria	116
Gráfico N° 21, Primer estado de carga	119
Gráfico N° 22, Segundo estado de carga	119
Gráfico N° 23, Diagrama de cortantes – primer estado de carga	119
Gráfico N° 24, Diagrama de momentos – primer estado de carga	119
Gráfico N° 25, Diagrama de cortantes – segundo estado de carga	120
Gráfico N° 26, Diagrama de momentos – segundo estado de carga	120
Gráfico N° 27, Diagrama de cortantes – envolvente	120
Gráfico N° 28, Diagrama de momentos – envolvente	120
Gráfico N° 29, Diseño final de la toma parcelaria	136
Gráfico N° 30, Diseño final de la alcantarilla	152
Gráfico N° 31, Diseño final de la toma parcelaria	152

ÍNDICE DE PLANOS

DESCRIPCIÓN	PÁG.
U-1.- Plano de ubicación del proyecto	203
P-1.- Plano de planta y perfil longitudinal del Km. 0+000 al Km. 0+550	205
P-2.- Plano de planta y perfil longitudinal del Km. 0+550 al Km. 1+250	207
S-1.- Plano de secciones transversales – Corte	209
S-2.- Plano de secciones transversales – Relleno	211
D-1.- Plano de planta y detalles – Toma Parcelaria Km. 0+060 y Km. 0+250	213
D-2.- Plano de planta y detalles – Partidor Simple y Alcantarilla	215
D-3.- Plano de planta y detalles – Toma Parcelaria Km. 1+250	217

RESUMEN

En la Irrigación Sisa – Margen Izquierda, específicamente en el ámbito de influencia del canal lateral N° 08, desde hace muchos años atrás y paralelo a las labores de limpieza y conservación de canales de riego, los agricultores vienen realizando algunos trabajos para detener las filtraciones y evitar la pérdida de agua con la instalación de sacos de polietileno rellenos con tierra, sin embargo los esfuerzos han sido vanos ante la magnitud del problema.

Se cuenta con una extensión de 83.50 has destinadas al cultivo de arroz bajo riego. También, se desarrollan otros cultivos, como el maíz, papaya y pan llevar en secano en áreas ubicadas en los niveles superiores del referido canal Lateral.

El proyecto que se propone, permitirá incrementar el área de riego, y por consecuencia la producción del cultivo de arroz, que permitirá a los beneficiarios incrementar sus ingresos y mejorar su calidad de vida.

Para alcanzar los objetivos económicos del proyecto, se ha creído conveniente el revestimiento con concreto la caja la caja hidráulica del canal, además de la construcción de 01 alcantarillas que cruza por el camino carroable y 01 partidor simple, además 03 tomas parcelarias distribuidas a lo largo del canal lateral N° 08 margen izquierda de la Irrigación Sisa.

El cultivo principal desarrollado durante todo el año es el arroz bajo riego, el cual es vendido a intermediarios quienes llevan el producto para procesarlo (descascarado y blanqueado) en los molinos instalados en la localidad de San Hilarión para luego una vez procesado comercializarlo en las ciudades de Chiclayo, Trujillo y Lima, así como también en la ciudad de Iquitos.

El terreno dedicado a la actividad agrícola tiene buen grado de fertilidad, pero en la mayoría, las parcelas son abonadas con agroquímicos y fertilizantes para un mayor rendimiento por ha sembrada.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES

La región San Martín posee los recursos hídricos y las condiciones agroclimáticas necesarias para el desarrollo de la agricultura la cual constituye una de las principales actividades económicas en esta zona del Perú.

Los cultivos tienen exigencias propias de su naturaleza, las cuales definen la utilización combinada de recursos hídricos existentes en la zona del Proyecto y además de factores como el clima, el suelo, agua y plantas que representan los factores naturales que interrelacionados hacen posible la actividad vegetativa.

El área agrícola a beneficiar y el volumen de agua a utilizar se obtienen gracias a la información brindada por el consumo individual de agua de los cultivos programados en la cédula; esta información además permite mejorar las obras que integran el sistema de riego y programar una eficiente operación del mismo para que la producción sea óptima.

La determinación de la demanda de agua del sistema de riego Sisa proporciona la unidad de medida del riego, factor determinante para el dimensionamiento de las obras de irrigación, en este caso específicamente el canal lateral N° 08, permitiendo de esta manera el posterior análisis socio-económico que fundamenta su ejecución y la eficiente operación del mismo.

Los beneficiarios del Proyecto de Irrigación optaron por el sembrío de cultivos cuya producción tiene mercado y puedan venderlos, entre estos cultivos tenemos: arroz, maíz y frejol. Esto se debe a que Las condiciones socio-económicas actuales de la región lo han demostrado.

Así mismo las condiciones climáticas e hidrológicas, antes mencionadas, establecen el desarrollo de las campañas agrícolas, por lo tanto el cálculo de la demanda de agua del Proyecto se hace necesaria para realizar el diseño

hidráulico del Canal Lateral con la finalidad de tener la capacidad suficiente para atender con agua de riego en la cantidad necesaria y en el tiempo oportuno en la Irrigación Sisa, canal lateral N° 08.

Al realizar el mejoramiento del canal lateral N° 08, en toda su longitud, se podrá mejorar la frontera agrícola de la localidad de San Pablo y zonas aledañas, ya que se evitarán las pérdidas de agua por infiltración asegurando que el agua llegue a cada zona de cultivo, así como la producción de los cultivos y su comercialización. De esta manera se genera un mayor ingreso económico del agricultor y por ende mejorar su calidad de vida.

1.2. EXPLORACIÓN PRELIMINAR ORIENTADO A LA INVESTIGACIÓN.

El área del proyecto pertenece al distrito de San Pablo, Provincia de Bellavista, Departamento de San Martín.

Se ubica geográficamente en la coordenada 06°53'47.84" de Latitud Sur y a los 76°33'27.50" Longitud Oeste. El área del proyecto se encuentra ubicada en la región Nor Oriental del Perú, sobre la margen izquierda del río Sisa a una altura media de 264.00 m.s.n.m.

El área de influencia del Canal Lateral N° 8, está comprendida entre la localidad de José Pardo y el Sector Unión Campesina, perteneciente al Distrito de San Pablo. En la localidad de José Pardo, residen parte de los beneficiarios del Canal Lateral N° 8 y otros residen en viviendas construidas en la cabecera de sus parcelas, las mismas que se encuentran ubicadas en las inmediaciones del Canal Principal Margen Izquierda de la Irrigación Sisa.

El proyecto tiene como fin principal, propiciar un riego oportuno y con la cantidad de agua necesaria con el propósito de asegurar altos niveles de producción y productividad en el cultivo de arroz bajo riego y de esta manera, propiciar el desarrollo sostenible para superar los niveles de pobreza existentes y alcanzar un desarrollo socio-económico armónico

1.3. ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO

1.3.1. Ubicación política y geográfica

Ubicación política:

Región	:	San Martín
Provincia	:	Bellavista
Distrito	:	San Pablo
Localidad	:	San Pablo
Sector	:	Unión Campesina

Ubicación geográfica:

Coordenadas

Latitud Sur	:	06° 53' 47.84"
Longitud Sur Oeste	:	76° 33' 27.50"
Altura Media	:	264.00 m.s.n.m.

1.3.2. Vías de acceso

La vía principal constituye la carretera Fernando Belaunde Terry, que une a la ciudad de Tarapoto con la ciudad de Bellavista, después se continua por una carretera afirmada hasta llegar a la localidad de San Pablo, luego se continúa por el camino de servicios del Canal Principal Margen Izquierda de la Irrigación Sisa, hasta llegar a la progresiva Km 11 + 686 (sector Unión Campesina), en cuyas inmediaciones se ubica el Canal Lateral N° 8.

El tiempo de recorrido total desde Tarapoto, al área del proyecto es de 3 horas y 15 minutos en camioneta.

1.3.3. Topografía

La topografía del terreno donde se encuentra ubicado el proyecto es ligeramente ondulada. De los cuales se adjunta los planos correspondientes.

1.3.4. Geología – Geotecnia

De acuerdo a los estudios de suelos, el terreno donde se encuentra ubicada el proyecto "Rehabilitación y Mejoramiento del Canal Lateral N° 08, de la Margen izquierda de la Irrigación Sisa – Distrito de San Pablo – Provincia de Bellavista – San Martín", el tipo de material es Suelo Arcillosos Inorgánico.

1.3.5. Hidrología

Los estudios hidrológicos y los requerimientos de riego del área del proyecto, se ha determinado para satisfacer mediante uso racional del recurso agua proveniente del río Sisa. Según los datos hidrológicos proporcionados por SENAMHI, la lámina de precipitación promedio mensual es de 83.72 mm, registrados en la estación CO Bellavista.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES, PLANTEAMIENTO, DELIMITACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA A RESOLVER.

2.1.1. Antecedentes

El Canal Lateral N°8, de la Margen Izquierda de la Irrigación Sisa, presenta una baja eficiencia hidráulica debido a la baja pendiente que tiene la rasante del canal, el cual ha sido construido de manera rudimentaria por los actuales agricultores beneficiarios que se dedican al cultivo de arroz bajo riego. Al presentar una baja pendiente la rasante del Canal Lateral N° 8, la velocidad del agua, también es baja, lo cual origina que se incremente la altura del tirante de agua, lo que frecuentemente origina el desbordamiento de agua afectando los cultivos, así como el camino de vigilancia del Canal Lateral.

El Canal Lateral N° 8, fue construido en el año 1989 por parte de los actuales beneficiarios, fue el primer canal puesto en servicio de riego en el ámbito de la Irrigación Sisa Margen Izquierda y hasta la fecha lo vienen utilizando para el riego de sus parcelas. La situación se describe como crítica debido a que el Canal Lateral N° 8 ha sufrido en los últimos diez años, un deterioro masivo de la caja hidráulica, que se traduce en pérdidas de agua por infiltración, baja eficiencia de riego y por consiguiente una baja en la producción agrícola. Gran parte de la longitud del canal (400 m), la caja hidráulica está conformado por sacos de polietileno rellenos con tierra y conforman las paredes del canal con la consiguiente pérdida de agua de riego por filtración.

Durante la época de mayor disponibilidad de agua, ocurren permanentes interrupciones en el riego de las parcelas con cultivo de arroz, debido a los quiebres (rotura del canal) y a desbordes de agua del Canal Lateral N° 8, ya que la caja hidráulica en algunos tramos es de baja altura conformada por sacos rellenos con tierra, lo cual limita la capacidad de conducción

de agua de riego, no permitiendo un adecuado desarrollo del cultivo de arroz instalado en el área de influencia, por lo que existe un alto riesgo de pérdida de los cultivos de arroz en cada campaña agrícola.

El problema se traduce en la deformación que ha sufrido la caja hidráulica del Canal Lateral, debido al desbordamiento de agua a través de quiebres que originan inundaciones, afectando a las parcelas vecinas con cultivos de arroz. Así mismo, esta situación no permite el riego oportuno de los cultivos, ni la aplicación de agua en la cantidad necesaria para los cultivos de arroz instalados en el área de influencia del referido Canal Lateral.

Ante esta situación del canal existente, el riego no es oportuno y la cantidad de agua es insuficiente para la irrigación; Por lo tanto, los niveles de producción y productividad en los cultivos de arroz y otros cultivos, afectando directamente al desarrollo socioeconómico de los agricultores beneficiarios.

2.1.2. Planteamiento del problema

Con el presente proyecto: “Rehabilitación y Mejoramiento Canal Lateral N° 8 Margen Izquierda Irrigación Sisa – San Pablo – Bellavista – San Martín” se plantea mejorar el nivel de producción del cultivo de arroz a través de una eficiente conducción del agua, para poder incrementar la producción, lo cual incidirá en la economía de los beneficiarios por el incremento de sus ingresos, originando mejora en la calidad de vida de la población por la mayor disponibilidad de recursos económicos.

2.1.3. Delimitación:

El área afectada, comprende el Distrito de San Pablo y es el área sobre la cual se ha realizado el diagnóstico que es de 362.49 Km², equivalente a 36,249 hectáreas (INEI: Centros Poblados 2007), el área afectada por el problema comprende todo el área de influencia del Canal Lateral que es de 95.50 has (Junta de Usuarios Huallaga Central) y el área atendida por el proyecto está conformada por el área de influencia de riego del Canal

Lateral N° 8, que es de 83.50 has. En el Anexo, se presenta el Mapa de ubicación de la zona geográfica del proyecto.

Tabla N° 1, Delimitación del Proyecto.

DESCRIPCIÓN	ÁREA (ha)	OBSERVACIONES
Área objeto del Diagnóstico	36,249.00	Ámbito distrital
Área afectada por el problema	95.50	Ámbito local
Área atendida por el proyecto.	83.50	Ámbito de riego Canal Lateral N° 8

Gráfico N° 1, Ubicación del área agrícola



2.1.4. Formulación del Problema:

El problema central se define como **“Bajo nivel de producción de los cultivos en el ámbito de riego del canal Lateral N° 8”**, es más acentuado durante el desarrollo de la campaña agrícola chica o también llamada campaña baja.

2.2. OBJETIVOS

2.2.1. Objetivo General

Efectuar el análisis para la Rehabilitación y Mejoramiento del Canal Lateral N° 08 de la Margen Izquierda de la Irrigación Sisa, distrito de San Pablo, Provincia de Bellavista – San Martín.

2.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Calcular la demanda y requerimiento del agua de riego en el área de influencia del Canal Lateral.
- Realizar el diseño de la caja del canal lateral N° 08 de la margen izquierda de la Irrigación Sisa en función a los requerimientos de agua de riego.
- Realizar el diseño estructural de las obras de arte del canal lateral N° 08 de la margen izquierda de la irrigación sisa.
- Realizar la Evaluación de Impacto Ambiental.
- Realizar el presupuesto de ejecución de obra con sus respectivos cronogramas.

2.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo del presente proyecto así como su implementación, es asegurar altos niveles de producción y productividad en el cultivo de arroz bajo riego y de esta manera, propiciar el desarrollo sostenible para superar los niveles de pobreza existentes y alcanzar un armónico desarrollo socio-económico de sus beneficios.

El proyecto intenta modificar la pérdida constante de agua debido a las filtraciones ya que el Canal Lateral N° 8 es casi un cauce natural, sin revestimiento, y gran parte de su longitud, la caja hidráulica está conformado por sacos de polietileno rellenos con tierra, este hecho ocasiona una baja eficiencia en la conducción, que trae como resultado un déficit de agua para el cultivo de arroz instalado en el área de riego, lo que repercute en la baja de producción sobre todo en la campaña chica o campaña baja que se desarrolla en época de menor precipitación, afectando también la calidad del grano.

2.4. DELIMITACIÓN

El presente proyecto se limita a la Rehabilitación y Mejoramiento del Canal Lateral N° 08 de la Margen Izquierda de la Irrigación Sisa, Distrito de San Pablo, Provincia de Bellavista – San Martín, para lo cual es necesario realizar un nuevo diseño hidráulico y buscar la mejor alternativa de tal manera de reducir filtraciones constantes de dicho canal.

2.5. MARCO TEÓRICO

2.5.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

GARCÍA RICO¹, en su Obra nos dice: En un proyecto de irrigación la parte que comprende el diseño de los canales y obras de arte, si bien es cierto que son de vital importancia en el costo de la obra, no es lo más importante puesto que el caudal, factor clave en el diseño y el más importante en un proyecto de riego, es un parámetro que se obtiene sobre la base de otros parámetros, como son: tipo de suelo, cultivo, condiciones climáticas, métodos de riego, etc., es decir mediante la conjunción de la relación agua – suelo – planta y la hidrología, de manera que cuando se trata de planificación de canales, el diseñador tendrá una visión más amplia y será a la vez más eficiente.

¹ GARCÍA RICO, Elmer. “Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte”, Pág. 58.

CORONADO DEL ÁGUILA², en su texto "Diseño de Canales" nos indica lo siguiente: El diseño de un canal se refiere a la selección del trazo, tanto en su alineamiento como en su pendiente de fondo, a la selección de forma y de dimensiones de su sección transversal, a la selección de su revestimiento y a la determinación de las características hidráulicas como la velocidad y tirante que permiten establecer el régimen del flujo.

VILLÓN BÉJAR³, en su manual expresa, Los canales son conductos en los que el agua circula debido a la acción de la gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmosfera, los canales pueden ser naturales o artificiales

PAREDES TELLO⁴, en su proyecto nos explica, En la región de san Martín se han desarrollado diversos proyectos de irrigación, tales como la irrigación Sisa, Ahuashiyacu y Saposoa, los cuales tienen una cedula de cultivo acorde con las necesidades de cada zona y tomando en cuenta además la disponibilidad del recurso hídrico en cada uno de los cursos de agua antes mencionado, pero la mayoría de ellos presentan problemas en su estado de conservación que generalmente repercute en la baja eficiencia de conducción de agua de riego.

Las condiciones climáticas de nuestra región (Selva) exigen la ejecución de continuas actividades encaminadas a la Conservación, Mantenimiento y Rehabilitación de las Obras de Riego, con la finalidad de garantizar y prolongar su vida útil, así como lograr que su funcionamiento y operatividad sean óptimos en beneficio de los usuarios.

El financiamiento para la operatividad de un sistema de riego así como su construcción, mantenimiento y rehabilitación está en función del grado de conocimiento que tengan los usuarios referente en las medidas más adecuadas, que les permita mejorar el uso de agua para alcanzar un alto

² CORONADO DEL ÁGUILA, Francisco. "Diseño y construcción de canales", Pág. 32.

³ VILLÓN BÉJAR, Máximo. Hidráulica de Canales. Pág. 15

⁴ PAREDES TELLO, Jorge Luis, Informe de Ingeniería "Rediseño Hidráulico del Canal principal de la irrigación Ahuashiyacu", Pág. 10

nivel de producción y productividad agrícola que permita incrementar sus ingresos económicos y mejorar la condición de vida de cada uno de ellos.

El cultivo principal durante todo el año es el arroz bajo riego, el cual es vendido a intermediarios quienes llevan el producto para procesarlo (descascarado y blanqueado) en los molinos instalados en la localidad de San Hilarión para luego una vez procesado comercializarlo en las ciudades de Chiclayo, Trujillo y Lima, así como también en la ciudad de Iquitos.

2.5.2. MARCO TEÓRICO O FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Un tema de vital importancia en el área de la hidráulica de canales es el diseño de canales capaces de transportar agua entre dos puntos de una forma segura a un costo óptimo. Aunque economía, seguridad y estética siempre se deben considerar.

A partir de la ecuación de Manning, se desprende que la capacidad de gasto de un canal aumenta al incrementarse el radio hidráulico o disminuir el perímetro mojado. Por lo tanto, desde el punto de vista de la hidráulica, hay para todas las secciones transversales de una forma geométrica determinada un área óptima para el conjunto de dimensiones de la forma dada. De todas las posibles secciones transversales, la mejor sección hidráulica dada por el semicírculo, ya que, para un área dada, tiene el menor perímetro mojado. Desde el punto de vista práctico la sección óptima hidráulica no es necesariamente la más económica.

La óptima sección hidráulica minimiza el área requerida para pasar un gasto dado; aunque a veces, el área de excavación necesaria para lograr el área de flujo requerida por la óptima sección hidráulica puede ser significativamente mayor si se considera la remoción del volumen sobrante.

La pendiente del canal en muchos casos también se debe considerar como una variable ya que no está determinada completamente por las condiciones topográficas. Por ejemplo, aunque una pendiente suave pueda

requerir de mayor sección transversal para pasar un gasto dado, el costo de la excavación del sobrante se puede reducir.

El término velocidad mínima permisible se refiere a la menor velocidad que no permite la sedimentación y crecimiento vegetal. Generalmente una velocidad de 0.61 a 0.91 m/s, previene la sedimentación cuando la concentración de finos es pequeña. Una velocidad de 0.76 m/s es por lo general suficiente para prevenir el crecimiento de vegetación que podría afectar en forma significativa el flujo del canal. Se debe tomar en cuenta que estos valores son en el mejor de los casos generalizados y que en algunos casos sólo son muy malas estimaciones de las velocidades mínimas permisibles reales.

2.5.2.1. CÉDULA DE CULTIVOS

ROSELL⁵ nos propone una definición:

Es la relación de cultivos posibles que se pueden desarrollar en el valle del río Sisa teniendo en consideración las condiciones de clima, suelo, disponibilidad de agua y experiencia de los agricultores.

La cédula de cultivos está conformada también por una programación de siembra y cosecha en un año agrícola y comprende:

- a) **Cultivos Permanentes.**- Son los que tienen un periodo vegetativo mayor de un año tales como la caña de azúcar, los plátanos y frutales.
- b) **Cultivos Temporales o Anuales.**- Que tienen un ciclo vegetativo de algunos meses o máximo de un año, como son; el arroz, el maíz y el frijol.

⁵ ROSELL CALDERÓN, César Arturo. Irrigación. Pág. 50.

Coeficiente de Cultivo (Kc)

Coeficiente que depende de cada tipo de cultivo, de acuerdo a sus condiciones específicas de desarrollo, exigencias fisiológicas propias, proceso de crecimiento y/o desarrollo vegetativo, época de siembra y cosecha, variedad, etc.

Este valor se pondera cuando se establecen varios cultivos simultáneamente dentro de un proyecto determinado.

Para elegir los coeficientes de cultivo (Kc) para cada especie, es necesario definir la época de siembra y el ciclo vegetativo en meses de acuerdo a la variedad, zona, etc. luego teniendo en cuenta los valores del cuadro, se procede de la manera siguiente:

Dividimos el 100% del crecimiento entre el número de meses del ciclo vegetativo; sectorizamos el cuadro en el número de meses del ciclo vegetativo, luego en la columna correspondiente a los valores del Kc de la variedad, se determina interpolando el valor de Kc que le corresponde, finalmente para encontrar el valor promedio de Kc del primer mes, se toma la media de los valores extremos.

2.5.2.2. USO CONSUNTIVO

Paredes⁶, nos indica lo siguiente

Cálculo del uso consuntivo de los cultivos de la cédula propuesta aplicando el método de Blaney Criddle.

En la aplicación de este método, se utilizó datos meteorológicos como temperatura media mensual, resplandor solar, precipitación efectiva al 75% de persistencia, además considera coeficientes calculados y tabulados de desarrollo de cultivo, lo cual hace que el cálculo sea práctico y sencillo.

⁶ PAREDES TELLO, Jorge Luis, Informe de Ingeniería "Rediseño Hidráulico del Canal principal de la irrigación Ahuashiyacu", Pág. 52

A. Información para el empleo del método de Blaney – Criddle

- A.1. Cédula de Cultivo indicando la superficie a sembrarse en hectáreas.
- A.2. Datos Climáticos
- A.3. Coeficiente de Desarrollo de los Cultivos considerados (Kc).
- A.4. Eficiencia de aplicación de agua (Ea), La eficiencia de aplicación en riego está en función de las condiciones topográficas y del método del riego a utilizar que en nuestro caso es por gravedad.

B. Descripción del procedimiento

- B.1. Se determina la temperatura media mensual del mes correspondiente (°C).
- B.2. Se determina el factor de temperatura:

$$T_e = \frac{K_t(T + 17.8)}{21.8} \dots\dots\dots(1)$$

$$K_t = 0.31114 \cdot T + 0.24 \dots\dots\dots(2)$$

Dónde:
K_t = 1, para zona de selva y/o montaña Donde:
T_e: Factor de temperatura
K_t: Factor de corrección para la temperatura
T: Temperatura media mensual (°C)

B.3. Se obtiene el valor porcentual mensual referido a la luz o resplandor solar "P", por lo cual se toma el valor de "P" del mes considerado correspondiente a la latitud donde se ubica el área del proyecto (06°53'47.84" Sur), no encontramos el valor directo de "P" por lo que corresponde una interpolación.

B.4. Se determina el uso consuntivo potencial del mes correspondiente:

$$F_{uc} = Te \times P \dots\dots\dots(3)$$

Dónde:

- F_{uc} : Uso Consuntivo Potencial (cm.)
- Te : Factor de temperatura
- P : Horas de luz resplandor solar en porcentajes.

B.5. Se determina el Uso Consuntivo de Cultivo (Uc):

$$Uc = F_{uc} \times Kc \times 10 \dots\dots\dots(4)$$

Dónde:

- Uc : Uso Consuntivo (mm.)
- F_{uc} : Uso Consuntivo Potencial (cm.)
- Kc: Coeficiente de cultivo y/o desarrollo.

B.6. Se determina la lámina neta o de reposición (Ln):

$$Ln = Uc - Pe \dots\dots\dots(5)$$

Dónde:

- Ln : Lámina neta o de reposición (mm.)
- Uc : Uso Consuntivo (mm.)
- Pe : Precipitación efectiva (mm.) al 75% de persistencia.

B.7. Se determina la Dotación de Riego (Dr):

$$Dr = Ln \times 10 / Ea \dots\dots\dots(6)$$

Dónde:

Dr : Dotación de riego (m^3/Ha)

Ln : Lámina neta (mm.)

Ea : Eficiencia de aplicación (0.45).

B.8. Se determina el Requerimiento de Cultivo.

$$V = Dr * A \dots\dots\dots(7)$$

Dónde:

V : Requerimiento de cultivo (m^3)

Dr : Dotación de riego (m^3/Ha)

A : Área a irrigar para cada cultivo (Ha).

B.9. Luego el requerimiento de cultivo (V) de m^3 , se convierte a m^3/seg .

$$Q(m^3/s) = \frac{V(m^3)mes}{\#días\ mes \times N^{\circ}hors\ riego\ al\ día \times 3600seg} \dots\dots\dots(8)$$

2.5.2.3. TRAZO DE CANALES

GARCÍA⁷, menciona lo siguiente:

Cuando se trata de trazar un canal o un sistema de canales es necesario recolectar la siguiente información básica:

- Fotografías aéreas, para localizar los poblados, caseríos, áreas de cultivo, vías de comunicación, etc.
- Planos topográficos y catastrales.
- Estudios geológicos, salinidad, suelos y demás información que pueda conjugarse en el trazo de canales.

⁷ GARCÍA RICO, Elmer. "Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte", Pág. 58

Una vez obtenido los datos precisos, se procede a trabajar en gabinete dando un trazo preliminar, el cual se replantea en campo, donde se hacen los ajustes necesarios, obteniéndose finalmente el trazo definitivo.

En el caso de no existir información topográfica básica se procede a levantar el relieve del canal, procediendo con los siguientes pasos:

a) **Reconocimiento del terreno**

GARCÍA⁸, plantea lo siguiente:

Se recorre la zona, anotándose todos los detalles que influyen en la determinación de un eje probable de trazo, determinándose el punto inicial y el punto final.

b) **Trazo preliminar**

GARCÍA⁹, enseña lo siguiente:

Se procede a levantar la zona con una brigada topográfica, clavando en el terreno las estacas de la poligonal preliminar la misma que debe requerir una pendiente definida según el tipo de canal a trazar sea canal principal, lateral o sub lateral; y luego el levantamiento con teodolito, posteriormente a este levantamiento se nivelará la poligonal y se hará el levantamiento de secciones transversales, estas secciones se harán de acuerdo a criterio, si es un terreno con una alta distorsión de relieve, la sección se hace a cada 5 o 10 m, si el terreno no muestra muchas variaciones y es uniforme la sección es máximo a cada 20 m.

⁸ GARCÍA RICO, Elmer. "Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte", Pág. 58

⁹ Ídem, Pág. 59

c) **Trazo definitivo**

GARCÍA¹⁰, formula lo siguiente:

Con la información obtenida en la fase anterior, se realiza en gabinete en trazo definitivo, teniendo en cuenta la escala del plano, la cual depende básicamente de la topografía de la zona y de la precisión que se desea, se distinguen los siguientes casos:

- Pendiente transversal mayor a 25%, se recomienda 1:500.
- Pendiente transversal menor a 25%, se recomienda de 1:1000 a 1:2000.

2.5.2.4. Radios mínimos en canales

GARCÍA¹¹, propone la siguiente definición:

En el diseño de canales, el cambio brusco de dirección se sustituye por una curva cuyo radio no debe ser muy grande, y debe escogerse un radio mínimo, dado que al trazar curvas con radios mayores al mínimo no significa ningún ahorro de energía, es decir la curva no será hidráulicamente más eficiente, en cambio sí será más costoso al darle una mayor longitud o mayor desarrollo.

Tabla N° 2, Radio mínimo en canales abiertos para

$Q > 10 \text{ m}^3/\text{s}$

Capacidad del canal	Radio mínimo
Hasta $10 \text{ m}^3/\text{s}$	3 x ancho de la base
De 10 a $14 \text{ m}^3/\text{s}$	4 x ancho de la base
De 14 a $17 \text{ m}^3/\text{s}$	5 x ancho de la base
De 17 a $20 \text{ m}^3/\text{s}$	6 x ancho de la base
De $20 \text{ m}^3/\text{s}$ a mayor	7 x ancho de la base

Los radios mínimos deben ser redondeados hasta el próximo metro superior

¹⁰ GARCÍA RICO, Elmer. "Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte", Pág. 59

¹¹ Ídem, Pág. 59

Tabla N° 3, Radio mínimo en canales abiertos en función del espejo de agua

Canales de riego	
<i>Tipo</i>	<i>Radio</i>
Sub – canal	4T
Lateral	3T
Sub – lateral	3T

Siendo T el ancho superior del espejo de agua

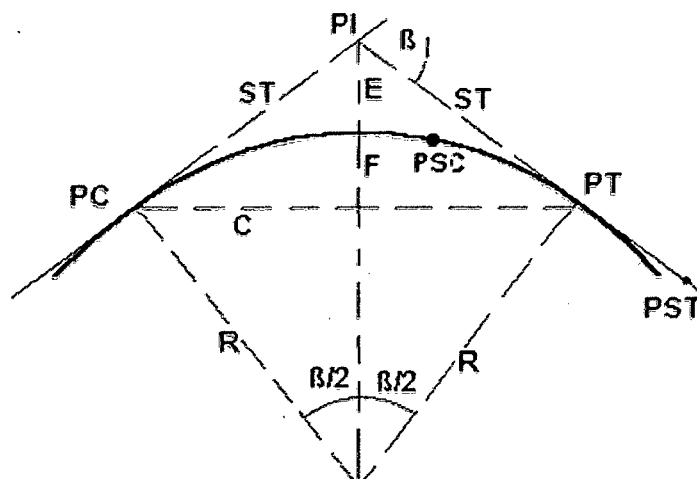
Tabla N° 4, Radio Mínimo En Canales Abiertos Para $Q < 20$ m³/s

Capacidad del canal	Radio mínimo
20 m ³ /s	100 m
15 m ³ /s	80 m
10 m ³ /s	60 m
5 m ³ /s	20 m
1 m ³ /s	10 m
0,5 m ³ /s	5 m

Sobre la base de estas tablas se puede seleccionar el radio mínimo que más se ajuste a nuestro criterio.

2.5.2.5. Elementos de una curva en canales abiertos

Gráfico N° 2, Elementos de curva



Dónde:

- A = Arco, es la longitud de curva medida en cuerdas de 20 m
- C = Cuerda larga, es la cuerda que sub – tiende la curva desde PC hasta PT.
- β = Angulo de deflexión, formado en el PI.
- E = Externa, es la distancia de PI a la curva medida en la bisectriz.
- F = Flecha, es la longitud de la perpendicular bajada del punto medio de la curva a la cuerda larga.
- G = Grado, es el ángulo central.
- PC = Principio de una curva.
- PI = Punto de inflexión.
- PT = Punto de tangente.
- PSC = Punto sobre curva.
- PST = Punto sobre tangente.
- R = Radio de la curva.
- ST = Sub tangente, distancia del PC al PI.

2.5.2.6. Rasante de un canal

GARCÍA¹², expone lo siguiente:

Una vez definido el trazo del canal, se proceden a dibujar el perfil longitudinal de dicho trazo, las escalas más usuales son de 1:1000 o 1:2000 para el sentido horizontal y 1:100 o 1:200 para el sentido vertical, normalmente la relación entre la escala horizontal y vertical es de 1 a 10, el dibujo del perfil es recomendable hacerlo sobre papel milimetrado, si se usa AutoCAD, el espaciamiento que ocupa el perfil longitudinal debe

¹² GARCÍA RICO, Elmer. "Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte", Pág. 61

“Cuadricularse” a 1 Cm. De tal manera que facilite el trazo de la rasante en gabinete.

Para el diseño de la rasante se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones generales:

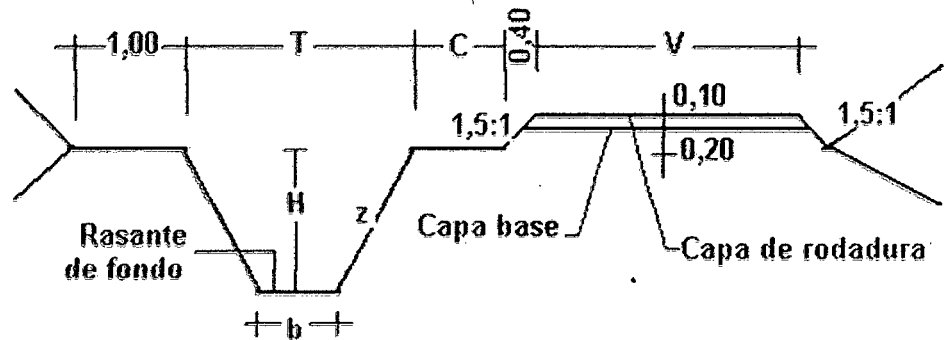
- La rasante se debe efectuar sobre la base de un plano del trazo del perfil longitudinal.
- Tener en cuenta los puntos de captación cuando se trate de un canal de riego principal y los puntos de confluencia si es un dren.
- La pendiente de la rasante de fondo, debe ser en lo posible igual a la pendiente natural promedio del terreno, cuando esta no es posible debido a fuertes pendientes, se proyectan caídas o saltos de agua.
- Para definir la rasante del fondo se prueba con diferentes cajas hidráulicas, chequeando siempre si la velocidad obtenida es soportada por el tipo de material donde se construirá el canal.
- Se puede concluir diciendo que la rasante de fondo o altura de caja de canal, depende de la conjugación simultánea del caudal, pendiente, tipo de suelo, plantilla del canal y velocidad máxima permisible.
- El plano final del perfil longitudinal de un canal, debe presentar como mínimo la siguiente información.
 - Kilometraje
 - Cota de terreno
 - Cota de rasante
 - Pendiente

- Indicación de las deflexiones del trazo con los elementos de curva (PIs)
- Ubicación de las obras de arte
- Sección o secciones hidráulicas del canal, indicando su kilometraje
- Tipo de suelo (tierra suelta, piedra, roca fija, etc.)

2.5.2.7. Sección típica de un canal

GARCÍA¹³, señala lo siguiente:

Gráfico N° 3, Sección típica de un canal.



Dónde:

- T = Ancho superior del canal
- b = Plantilla
- z = Valor horizontal de la inclinación del talud
- C = Berma del camino, puede ser: 0,5; 0,75; 1,00 m., según el canal sea de tercer, segundo o primer orden respectivamente.
- V = Ancho del camino de vigilancia, puede ser: 3; 4 y 6 m., según el canal sea de tercer, segundo o primer orden respectivamente.
- H = Altura de caja o profundidad de rasante del canal.

En algunos casos el camino de vigilancia puede ir en ambos márgenes, según las necesidades del canal, igualmente la capa de rodadura de 0,10 m. a veces no será necesaria, dependiendo de la intensidad del tráfico.

¹³ GARCÍA RICO, Elmer. "Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte", Pág. 63

2.5.2.8. Sección hidráulica optima

2.5.2.8.1. Condición de máxima eficiencia hidráulica.

GARCÍA¹⁴, menciona lo siguiente:

Se dice que un canal es de máxima eficiencia hidráulica cuando para la misma área y pendiente conduce el mayor caudal, ésta condición está referida a un perímetro húmedo mínimo, la ecuación que determina la sección de máxima eficiencia hidráulica es:

$$\frac{b}{y} = 2 * \operatorname{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right) \dots\dots\dots(9)$$

Siendo θ el ángulo que forma el talud con la horizontal, $\arctan(1/z)$

2.5.2.8.2. Determinación de Mínima Infiltración⁽²⁾

GARCÍA¹⁵, explica lo siguiente:

Se aplica cuando se quiere obtener la menor pérdida posible de agua por infiltración en canales de tierra, esta condición depende del tipo de suelo y del tirante del canal, la ecuación que determina la mínima infiltración es:

$$\frac{b}{y} = 4 * \operatorname{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right) \dots\dots\dots(10)$$

La siguiente tabla presenta estas condiciones, además del promedio el cual se recomienda.

$$\frac{b}{y} = 3 * \operatorname{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right) \dots\dots\dots(11)$$

Cada una de estas fórmulas podrá ser utilizada de acuerdo al juicio de ingeniero.

¹⁴ GARCÍA RICO, Elmer. "Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte", Pág. 64

¹⁵ Ídem, Pág. 64

Tabla N° 5, Relación plantilla vs. tirante para, máxima eficiencia, mínima infiltración y el promedio de ambas.

Talud	Angulo	Máxima Eficiencia	Mínima Infiltración	Promedio
Vertical	90°00´	2.0000	4.0000	3.0000
1 / 4 : 1	75°58´	1.5616	3.1231	2.3423
1 / 2 : 1	63°26´	1.2361	2.4721	1.8541
4 / 7 : 1	60°15´	1.1606	2.3213	1.7410
3 / 4 : 1	53°08´	1.0000	2.0000	1.5000
1:1	45°00´	0.8284	1.6569	1.2426
1 ¼ : 1	38°40´	0.7016	1.4031	1.0523
1 ½ : 1	33°41´	0.6056	1.2111	0.9083
2 : 1	26°34´	0.4721	0.9443	0.7082
3 : 1	18°26´	0.3246	0.6491	0.4868

De todas las secciones trapezoidales, la más eficiente es aquella donde el ángulo α que forma el talud con la horizontal es 60° , además para cualquier sección de máxima eficiencia debe cumplirse: $R = y/2$

Dónde: R = Radio hidráulico

y = Tirante del canal

Es necesario remarcar que no siempre se puede diseñar de acuerdo a las condiciones mencionadas, al final se imponen una serie de circunstancias locales que imponen un diseño propio para cada situación.

2.5.2.9. Determinación de las pérdidas por infiltración

GARCÍA¹⁶, enseña lo siguiente:

Este parámetro resulta de gran importancia para la evaluación económica de los canales que se van a ejecutar o de los canales que están en operación, el cálculo se efectúa en base a un

¹⁶ GARCÍA RICO, Elmer. "Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte", Pág. 65

examen de las propiedades hidráulicas del suelo donde intervienen muchas variables, razón por la cual, aun no se ha establecido ninguna regla general para el cálculo de este valor.

Se considera de gran importancia antes de dar inicio a las obras, el estudio de perfil estratigráfico del suelo donde se construirá el canal, para esto se hacen perforaciones a lo largo del eje hasta una profundidad que vaya más allá del fondo del canal en uno o dos metros, las perforaciones pueden hacerse con el barreno tipo Holandés, uno cada 100 o 200 m. Desprendiendo de la longitud del canal, por ejemplo un canal de 1 Km. Se podría perforar cada 100 mt. Lo cual resultarían 11 perforaciones que muy cómodamente podría hacerse en un día de trabajo.

2.5.2.10. Condiciones críticas

a. Régimen crítico

VILLÓN¹⁷, menciona lo siguiente:

Se dice que un canal, o alguna sección de él, están trabajando bajo un régimen crítico cuando:

- Posee la energía específica mínima para un caudal dado.
- Posee el caudal máximo para una energía específica dada.
- Posee la fuerza específica mínima para un caudal dado.

Los términos del régimen crítico pueden definirse como:

- Caudal o gasto crítico

Es el caudal máximo para una energía específica determinada, o el caudal que se producirá con la energía específica mínima.

¹⁷ VILLÓN BÉJAR, Máximo. Hidráulica de Canales. Pág. 154

- **Tirante crítico**

Es el tirante hidráulico que existe cuando el caudal es el máximo para una energía específica determinada, o el tirante al que ocurre un caudal determinado con la energía específica mínima.

- **Velocidad crítica**

La velocidad media cuando el caudal es el crítico.

- **Pendiente crítica**

Es el valor particular de la pendiente del fondo del canal para la cual este conduce un caudal Q en régimen uniforme y con energía específica mínima, o sea, que en todas sus secciones se tiene el tirante crítico.

b. Régimen subcrítico

VILLÓN¹⁸, nos habla lo siguiente:

Son las condiciones hidráulicas en las que los tirantes son mayores que los críticos, las velocidades menores que las críticas y los números de Froude menores que 1.

Es un régimen lento, tranquilo, fluvial, adecuado para canales principales o de navegación.

c. Régimen supercrítico

VILLÓN¹⁹, define:

Son las condiciones hidráulicas en las que los tirantes son menores que los críticos, las velocidades mayores que las crítica y los números de Froude mayores que 1.

Es un régimen rápido, torrencial, pero perfectamente estable, puede usarse en canales revestidos.

¹⁸ VILLÓN BÉJAR, Máximo. Hidráulica de Canales. Pág. 155

¹⁹ Ídem. Pág. 162

d. **Ecuaciones que relacionan el flujo crítico**

Cuando en un canal se establece la condición única de flujo, es decir, se produce el tirante crítico o flujo crítico, se tiene una relación única entre el caudal y tirante, por lo tanto una sección de canal con flujo crítico es una sección de control porque nos permite medir el flujo, debido a que la relación entre caudal y tirante es independiente de la rugosidad del canal y a otras circunstancias incontrolables, es éste el principio en que se basa los diferentes tipos de aforadores de caudal.

El tirante crítico se produce en las compuertas, reducciones, de canal, elevación del fondo del mismo o en los cambios de pendiente.

A continuación se presenta un resumen de las diferentes ecuaciones que relacionan el flujo crítico o tirante crítico para secciones rectangulares y trapezoidales

$$V_c = \sqrt{g \cdot Y_c} \dots\dots\dots(12)$$

$$Y_c = \frac{A_c}{T_c} \dots\dots\dots(13)$$

$$E_m = Y_c + \frac{A_c}{2T_c} \dots\dots\dots(14)$$

$$F = \frac{V_c}{\sqrt{g \times Y_c}} \dots\dots\dots(15)$$

Dónde:

Y_c = Tirante Critico

V_c = Velocidad Crítica.

T_c = Espejo de Agua Critico

A_c = Área Crítica

E_m = Energía específica.
 F = Número de froude
 g = Aceleración de la gravedad.

Número de froude (F)

VILLÓN²⁰, indica lo siguiente:

Es un indicador del tipo de flujo y define la importancia relativa a las fuerzas gravitacionales e inerciales.

Si el valor del número de Froude es:

$F < 1$, flujo subcrítico
 $F = 1$, flujo crítico
 $F > 1$, flujo supercrítico

2.5.2.11. Tipos de canales por su superficie

2.5.2.11.1. Canal revestido

PAREDES²¹, explica lo siguiente:

Los canales revestidos se construyen por las siguientes cinco razones primordiales:

- Permitir el transporte de agua a altas velocidades a través de terrenos con excavaciones profundas.
- Permitir el transporte de agua a alta velocidad con un costo reducido de construcción.
- Disminuir la infiltración, conservando el agua y reduciendo la sobre carga en los terrenos adyacentes al canal.

²⁰ VILLÓN BÉJAR, Máximo. Hidráulica de Canales. Pág. 162

²¹ PAREDES TELLO, José L. "Informe de Ingeniería: Rediseño hidráulico y estructural del canal principal de la irrigación Ahuashiyacu", Pág. 33

- Reducir el costo anual de operación y mantenimiento del canal.
- Asegurar la estabilidad de la sección transversal del canal de irrigación.

Si por un canal lateral discurre libremente un caudal Q , entonces el movimiento es permanente y uniforme en toda la longitud del canal de irrigación.

El tirante de agua de un canal está determinado por la pendiente, rugosidad de las paredes de la caja del canal, talud de las paredes, forma de la sección transversal así como del caudal que por él discurre.

La fórmula de Manning es aplicable para los casos en que no varíe la sección y pendiente del canal.

Para nuestro caso, los cálculos se realizarán para la condición de Máxima Eficiencia Hidráulica, debido a que esta condición puede plantear una sección dada para que por ella discurra el máximo caudal posible.

2.5.2.11.2. Canal de tierra

PAREDES²², indica lo siguiente:

Para este caso, los cálculos se realizan para la condición de Mínima Infiltración, debido a que esta condición puede plantear una magnitud dada para que por ella discurra el máximo caudal posible con la menor pérdida producida por infiltración del agua en la caja del canal.

²² PAREDES TELLO, José L. "Informe de Ingeniería: Rediseño hidráulico y estructural del canal principal de la irrigación Ahuashiyacu", Pág. 34

2.5.2.12. Revestimiento de Concreto en Canales

El revestimiento de canales es una solución práctica y cada vez más usada en función de sus ventajas, tales como rapidez en la instalación y durabilidad. Entre las pérdidas de agua más severas que se registran en los sistemas de riego figuran las causadas por la conducción en canales carentes de revestimientos, las que son producidas fundamentalmente por infiltración. Los principales factores que intervienen para que esas infiltraciones tengan mayor o menor importancia son los que se indican a continuación:

- Las características de los suelos que atraviesa el canal, incluso su permeabilidad.
- La edad del canal y la cantidad de limo que conduce el agua.
- La altura del agua o tirante.
- El área mojada.
- La temperatura del agua.
- La velocidad del agua.

Ventajas que ofrece el revestimiento de los canales

El revestimiento de canales, aparte de su función fundamental de eliminar las pérdidas por infiltración, ofrece otras ventajas de importancia entre las cuales cabe mencionar las siguientes:

- Prevención de la erosión.
- Imposibilidad de roturas.
- Eliminación de vegetación.
- Aumento de la capacidad del canal, o reducción de la sección transversal.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Reducción de los costos de riego.
- Protección de la salud pública.
- Acortamiento del trazado por las mayores pendientes admisibles.

- Eliminación del efecto de la salinización, tan destructivo e tierras productivas.

Características:

- Sustituye muy bien a los canales de conducción y distribución, disminuyendo las pérdidas por infiltración, alcanzando alta eficiencia de riego.
- Bajos costos de inversión, de instalación, de operación y mantenimiento.
- Gran versatilidad del sistema, que permite regar con agua de pozo.
- Simple de diseñar y fácil de instalar.
- Mínima inversión y rápida recuperación de capital.
- Permite mejorar la fertilización de los cultivos.

2.5.2.13. Diseño de secciones hidráulicas

GARCÍA²³, nos propone una definición:

En el diseño de secciones hidráulicas, se debe tener en cuenta ciertos factores, tales como: tipo de material del cuerpo del canal, coeficiente de rugosidad, velocidad máxima y mínima permitida, pendiente del canal, taludes, etc.

La ecuación más utilizada es la de Manning o Strickler, y su expresión es:

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2} \dots \dots \dots (16)$$

Dónde:

Q = Caudal (m³/s)

n = Rugosidad

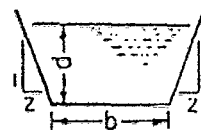
A = Área (m²)

R = Radio hidráulico = Área de la sección húmeda

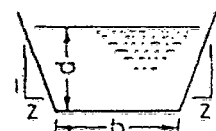
²³ GARCÍA RICO, Elmer. "Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte", Pág. 70

Tabla N° 6, FORMULA DE MANNING EN CANALES ABIERTOS

d/b	FORMULA DE MANNING EN CANALES ABIERTOS									
	Valores de: $\frac{Q_n}{b^{8/3} s^{1/2}} \times 1.49$									
	z = 0	z = 1/4	z = 1/2	z = 3/4	z = 1	z = 1-1/4	z = 1-1/2	z = 1-3/4	z = 2	z = 3
.02	.00213	.00215	.00216	.00217	.00218	.00219	.00220	.00220	.00221	.00223
.03	.00414	.00419	.00423	.00426	.00429	.00431	.00433	.00434	.00437	.00443
.04	.00661	.00670	.00679	.00685	.00690	.00696	.00700	.00704	.00707	.00722
.05	.00947	.00964	.00980	.00991	.0100	.0101	.0102	.0103	.0103	.0106
.06	.0127	.0130	.0132	.0134	.0136	.0137	.0138	.0140	.0141	.0145
.07	.0162	.0166	.0170	.0173	.0176	.0177	.0180	.0182	.0183	.0190
.08	.0200	.0206	.0211	.0215	.0218	.0222	.0225	.0228	.0231	.0240
.09	.0240	.0249	.0256	.0262	.0267	.0271	.0275	.0279	.0282	.0296
.10	.0283	.0294	.0305	.0311	.0318	.0324	.0329	.0334	.0339	.0358
.11	.0329	.0342	.0354	.0364	.0373	.0380	.0387	.0394	.0400	.0424
.12	.0376	.0393	.0408	.0420	.0431	.0441	.0450	.0458	.0466	.0497
.13	.0425	.0446	.0464	.0480	.0493	.0505	.0516	.0527	.0537	.0575
.14	.0476	.0501	.0524	.0542	.0559	.0573	.0587	.0599	.0612	.0659
.15	.0528	.0559	.0585	.0608	.0628	.0645	.0662	.0677	.0692	.0743
.16	.0582	.0619	.0650	.0676	.0699	.0720	.0740	.0759	.0776	.0845
.17	.0638	.0680	.0717	.0748	.0775	.0800	.0823	.0845	.0867	.0947
.18	.0695	.0744	.0786	.0822	.0854	.0883	.0910	.0936	.0961	.105
.19	.0753	.0809	.0857	.0900	.0936	.0970	.100	.103	.106	.117
.20	.0813	.0875	.0932	.0979	.102	.106	.110	.113	.116	.129
.21	.0873	.0944	.101	.106	.111	.115	.120	.123	.127	.142
.22	.0935	.101	.109	.115	.120	.125	.130	.134	.139	.155
.23	.0997	.109	.117	.124	.130	.135	.141	.146	.151	.169
.24	.106	.116	.125	.133	.139	.146	.152	.157	.163	.184
.25	.113	.124	.133	.142	.150	.157	.163	.170	.176	.199
.26	.119	.131	.142	.152	.160	.168	.175	.182	.189	.215
.27	.126	.139	.151	.162	.171	.180	.188	.195	.203	.232
.28	.133	.147	.160	.172	.182	.192	.201	.209	.217	.249
.29	.139	.155	.170	.182	.193	.204	.214	.223	.232	.267
.30	.146	.163	.179	.193	.205	.217	.227	.238	.248	.286
.31	.153	.172	.189	.204	.217	.230	.242	.253	.264	.306
.32	.160	.180	.199	.215	.230	.243	.256	.269	.281	.327
.33	.167	.189	.209	.227	.243	.257	.271	.285	.298	.348
.34	.174	.198	.219	.238	.256	.272	.287	.301	.315	.369
.35	.181	.207	.230	.251	.270	.287	.303	.318	.334	.392
.36	.190	.216	.241	.263	.283	.302	.319	.336	.353	.416
.37	.196	.225	.251	.275	.297	.317	.336	.354	.372	.440
.38	.203	.234	.263	.289	.311	.333	.354	.373	.392	.465
.39	.210	.244	.274	.301	.326	.349	.371	.392	.412	.491
.40	.218	.254	.286	.314	.341	.366	.389	.412	.433	.518
.41	.225	.263	.297	.326	.357	.383	.408	.432	.455	.545
.42	.233	.279	.310	.342	.373	.401	.427	.453	.478	.574
.43	.241	.282	.321	.356	.389	.418	.447	.474	.501	.604
.44	.249	.292	.334	.371	.405	.437	.467	.496	.524	.634
.45	.256	.303	.346	.385	.422	.455	.487	.519	.548	.665
.46	.263	.313	.359	.401	.439	.475	.509	.541	.574	.696
.47	.271	.323	.371	.417	.457	.494	.530	.565	.600	.729
.48	.279	.333	.384	.432	.475	.514	.55	.589	.626	.763
.49	.287	.345	.398	.448	.492	.534	.575	.614	.652	.797
.50	.295	.356	.411	.463	.512	.556	.599	.639	.679	.833
.52	.310	.377	.438	.496	.548	.599	.646	.692	.735	.906
.54	.327	.398	.468	.530	.590	.644	.696	.746	.795	.984
.56	.343	.421	.496	.567	.631	.690	.748	.803	.856	1.07
.58	.359	.444	.526	.601	.671	.739	.802	.863	.922	1.15
.60	.375	.468	.556	.640	.717	.789	.858	.924	.988	1.24
.62	.391	.492	.590	.679	.763	.841	.917	.989	1.06	1.33
.64	.408	.516	.620	.718	.809	.894	.976	1.05	1.13	1.43
.66	.424	.541	.653	.759	.858	.951	1.04	1.13	1.21	1.53
.68	.441	.566	.687	.801	.908	1.01	1.10	1.20	1.29	1.64



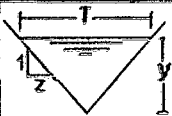
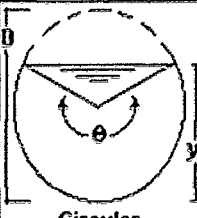


d/b	Continuación									
	Valores de: $\frac{Q_n}{b^{8/3} S^{1/2}} \times 1.49$									
	z = 0	z = 1/4	z = 1/2	z = 3/4	z = 1	z = 1-1/4	z = 1-1/2	z = 1-3/4	z = 2	z = 3
.70	.457	.591	.722	.842	.958	1.07	1.17	1.27	1.37	1.75
.72	.474	.617	.757	.887	1.01	1.13	1.24	1.35	1.45	1.87
.74	.491	.644	.793	.932	1.07	1.19	1.31	1.43	1.55	1.98
.76	.508	.670	.830	.981	1.12	1.26	1.39	1.51	1.64	2.11
.78	.525	.698	.868	1.03	1.18	1.32	1.46	1.60	1.73	2.24
.80	.542	.725	.906	1.08	1.24	1.40	1.54	1.69	1.83	2.37
.82	.559	.753	.945	1.13	1.30	1.47	1.63	1.78	1.93	2.51
.84	.576	.782	.985	1.18	1.36	1.54	1.71	1.87	2.03	2.65
.86	.593	.810	1.03	1.23	1.43	1.61	1.79	1.97	2.14	2.80
.88	.610	.839	1.07	1.29	1.49	1.69	1.88	2.07	2.25	2.95
.90	.627	.871	1.11	1.34	1.56	1.77	1.98	2.17	2.36	3.11
.92	.645	.898	1.15	1.40	1.63	1.86	2.07	2.28	2.48	3.27
.94	.662	.928	1.20	1.46	1.70	1.94	2.16	2.38	2.60	3.43
.96	.680	.960	1.25	1.52	1.78	2.03	2.27	2.50	2.73	3.61
.98	.697	.991	1.29	1.58	1.85	2.11	2.37	2.61	2.85	3.79
1.00	.714	1.02	1.33	1.64	1.93	2.21	2.47	2.73	2.99	3.97
1.05	.759	1.10	1.46	1.80	2.13	2.44	2.75	3.04	3.33	4.45
1.10	.802	1.19	1.58	1.97	2.34	2.69	3.04	3.37	3.70	4.96
1.15	.846	1.27	1.71	2.14	2.56	2.96	3.34	3.72	4.09	5.52
1.20	.891	1.36	1.85	2.33	2.79	3.24	3.68	4.09	4.50	6.11
1.25	.936	1.45	1.99	2.52	3.04	3.54	4.03	4.49	4.95	6.73
1.30	.980	1.54	2.14	2.73	3.30	3.85	4.39	4.90	5.42	7.39
1.35	1.02	1.64	2.29	2.94	3.57	4.18	4.76	5.34	5.90	8.10
1.40	1.07	1.74	2.45	3.16	3.85	4.52	5.18	5.80	6.43	8.83
1.45	1.11	1.84	2.61	3.39	4.15	4.88	5.60	6.29	6.98	9.62
1.50	1.16	1.94	2.78	3.63	4.46	5.26	6.04	6.81	7.55	10.4
1.55	1.20	2.05	2.96	3.88	4.78	5.65	6.50	7.33	8.14	11.3
1.60	1.25	2.16	3.14	4.14	5.12	6.06	6.99	7.89	8.79	12.2
1.65	1.30	2.27	3.33	4.41	5.47	6.49	7.50	8.47	9.42	13.2
1.70	1.34	2.38	3.52	4.69	5.83	6.94	8.02	9.08	10.1	14.2
1.75	1.39	2.50	3.73	4.98	6.21	7.41	8.57	9.72	10.9	15.2
1.80	1.43	2.62	3.93	5.28	6.60	7.89	9.13	10.4	11.6	16.3
1.85	1.48	2.74	4.15	5.59	7.01	8.40	9.75	11.1	12.4	17.4
1.90	1.52	2.86	4.36	5.91	7.43	8.91	10.4	12.4	13.2	18.7
1.95	1.57	2.99	4.59	6.24	7.87	9.46	11.0	12.5	14.0	19.9
2.00	1.61	3.12	4.83	6.58	8.32	10.0	11.7	13.3	14.9	21.1
2.10	1.71	3.39	5.31	7.30	9.27	11.2	13.1	15.0	16.8	23.9
2.20	1.79	3.67	5.82	8.06	10.3	12.5	14.6	16.7	18.7	26.8
2.30	1.89	3.96	6.36	8.86	11.3	13.8	16.2	18.6	20.9	30.0
2.40	1.98	4.26	6.93	9.72	12.5	15.3	17.9	20.6	23.1	33.4
2.50	2.07	4.58	7.52	10.6	13.7	16.8	19.8	22.7	25.6	37.0
2.60	2.16	4.90	8.14	11.6	15.0	18.4	21.7	25.0	28.2	40.8
2.70	2.26	5.24	8.80	12.6	16.3	20.1	23.8	27.4	31.0	44.8
2.80	2.35	5.59	9.49	13.6	17.8	21.9	25.9	29.9	33.8	49.1
2.90	2.44	5.95	10.2	14.7	19.3	23.8	28.2	32.6	36.9	53.7
3.00	2.53	6.33	11.0	15.9	20.9	25.8	30.6	35.4	40.1	58.4
3.20	2.72	7.12	12.5	18.3	24.2	30.1	35.8	41.5	47.1	68.9
3.40	2.90	7.97	14.2	21.0	27.9	34.8	41.5	48.2	54.6	80.2
3.60	3.09	8.86	16.1	24.0	32.0	39.9	47.8	55.5	63.0	92.8
3.80	3.28	9.81	18.1	27.1	36.3	45.5	54.6	63.5	72.4	107
4.00	3.46	10.8	20.2	30.5	41.1	51.6	61.9	72.1	82.2	122
4.50	3.92	13.5	26.2	40.1	54.5	68.8	82.9	96.9	111	164
5.00	4.39	16.7	33.1	51.5	70.3	89.2	108	126	145	216



FUENTE: GARCÍA RICO, Elmer. "Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte", Primera edición - Abril 1987, Pág. 83

Tabla N° 7, Relaciones geométricas de las secciones transversales
más frecuentes

Sección	Area hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 Rectangular	by	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	b
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b+2zy$
 Triangular	zy^2	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$
 Circular	$\frac{(\theta - \text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta})\frac{D}{4}$	$(\text{sen}\frac{\theta}{2})D$ ó $2\sqrt{y(D-y)}$

FUENTE: GARCÍA RICO, Elmer. "Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte", Primera edición – Abril 1987, Pág. 71

2.5.2.14. Criterios de diseño

GARCÍA²⁴, detalla lo siguiente:

Se tienen diferentes factores que se consideran en el diseño de canales, aunque el diseño final se hará considerando las diferentes posibilidades y el resultado será siempre una solución de compromiso, porque nunca se podrán eliminar todos los riesgos y desventajas, únicamente se asegurarán que la influencia negativa sea la mayor posible y que la solución técnica propuesta no sea inconveniente debido a los altos costos.

²⁴ GARCÍA RICO, Elmer. "Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte", Pág. 71

Rugosidad

GARCÍA²⁵, especifica que:

Esta depende del cauce y el talud, dado a las paredes laterales del mismo, vegetación, irregularidad y trazado del canal, radio hidráulico y obstrucciones en el canal, generalmente cuando se diseñan canales en tierra se supone que el canal está recientemente abierto, limpio y con un trazado uniforme, sin embargo el valor de rugosidad inicialmente asumido difícilmente se conservará con el tiempo, lo que quiere decir que en la práctica constantemente se hará frente a un continuo cambio de la rugosidad.

En conclusiones, no siempre estará claro y no es tema sencillo seleccionar el valor definitivo de la rugosidad, ni tampoco definir que correcciones se deben introducir al valor inicialmente tomado, únicamente queda efectuar un mantenimiento normal de manera de mantener en valor "n" dentro de los límites razonables. Y en la siguiente tabla nos da valores de "n" estimados, estos valores pueden ser una referencia para el diseño:

Tabla N° 8, Valores de rugosidad "n" de Manning

η	Superficie
0.010	Muy lisa, vidrio, plástico, cobre.
0.011	Concreto muy liso.
0.013	Madera suave, metal, concreto frotachado.
0.017	Canales de tierra en buenas condiciones.
0.020	Canales naturales de tierra, libres de vegetación.
0.025	Canales naturales con alguna vegetación y piedras esparcidas en el fondo
0.035	Canales naturales con abundante vegetación.
0.040	Arroyos de montaña con muchas piedras.

FUENTE: GARCÍA RICO, Elmer. "Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte", Primera edición – Abril 1987, Pág. 76

²⁵ GARCÍA RICO, Elmer. "Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte", Pág. 72

Tratándose de canales no revestidos, Cowan citado por ILRT pág. 169, Propuso la siguiente fórmula para estimar el valor de rugosidad:

$$n = \left(n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4 \right) n_5 \dots\dots\dots(17)$$

Tabla N° 9, Condiciones del canal y valores correspondientes para la ecuación de Cowan

CONDICIONES DEL CAUCE		VALORES
MATERIAL NATURAL CONSIDERADO	Tierra	0.020
	Roca cortada	0.025
	Grava fina	n_0 0.024
	Grava gruesa	0.028
GRADO DE IRREGULARIDAD DEL CAUCE	Liso	0.000
	Menor	0.005
	Moderado	n_1 0.010
	Severo	0.020
VARIACIONES DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CAUCE	Gradual	0.000
	Variaciones ocasionales	n_2 0.005
	Variaciones frecuentes	0.010 - 0.015
EFECTO RELATIVO DE OBSTRUCCIONES	Despreciable	0.000
	Menor	n_3 0.010 - 0.015
	Apreciable	0.020 - 0.030
	Severo	0.040 - 0.060
VEGETACIÓN EXISTENTE	Baja	0.005 - 0.010
	Media	n_4 0.010 - 0.020
	Alta	0.025 - 0.050
	Muy alta	0.050 - 0.010
CANTIDAD DE MEANDROS	Menor	1.000
	Apreciable	n_5 1.150
	Severa	1.300

FUENTE: GARCÍA RICO, Elmer. "Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte", Primera edición – Abril 1987, Pág. 73

TALUDES (Z)

VILLÓN²⁶, explica:

Los taludes se definen como la relación de la proyección horizontal a la vertical de la inclinación de las paredes laterales.

La inclinación de las paredes laterales depende en caso particular de varios factores, pero muy particularmente de la clase de terreno en donde están alojados. Mientras más inestable sea el material, menor será el ángulo de inclinación de los taludes.

Tabla N° 10, Taludes recomendables para canales de varias tipos de materiales.

MATERIALES	PENDIENTES
Roca	Casi Vertical
Estiércol y suelos de turba	1/4: 1
Arcilla dura o tierra con protección de hormigón	1/2: 1 a 1: 1
Tierra con protección rocosa, o tierra para canales grandes	1: 1
Arcilla firme o tierra para zanjas pequeñas	1 1/2: 1
Tierra arenosa suelta	2: 1
Greda arenosa o arcilla porosa	3: 1

FUENTE: CHOW, Ven Te. Hidráulica de los Canales Abiertos, Julio 1992, Pág. 280

Talud apropiado según el tipo de material

GARCÍA²⁷, indica lo siguiente:

La inclinación de las paredes laterales de un canal, depende de varios factores pero en especial de la clase de terreno donde están alojados, la U.S. BUREAU OF RECLAMATION recomienda un talud único de 1,5:1 para sus canales.

²⁶ VILLÓN BÉJAR, Máximo. Hidráulica de Canales. Pág. 140

²⁷ GARCÍA RICO, Elmer. "Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte", Pág. 76

A continuación se presenta un cuadro de taludes apropiados para distintos tipos de material:

Tabla N° 11, Taludes apropiados para distintos tipos de material

MATERIAL	TALUD (horizontal : vertical)
Roca	Prácticamente vertical
Suelos de turba y detritos	0.25 : 1
Arcilla compacta o tierra con recubrimiento de concreto	0.5 : 1 hasta 1:1
Tierra con recubrimiento de piedra o tierra en grandes canales	1:1
Arcilla firma o tierra en canales pequeños	1.5 : 1
Tierra arenosa suelta	2:1
Greda arenosa o arcilla porosa	3:1

GARCÍA RICO, Elmer. "Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte",
Primera edición – Abril 1987, Pág. 76

Tabla N° 12, Pendientes laterales en canales según tipo de suelo

MATERIAL	CANALES POCO PROFUNDOS	CANALES PROFUNDOS
Roca en buenas condiciones	Vertical	0.25 : 1
Arcillas compactas o conglomerados	0.5 : 1	1 : 1
Limos arcillosos	1 : 1	1.5 : 1
Limos arenosos	1.5 : 1	2 : 1
Arenas sueltas	2 : 1	3 : 1
Concreto	1 : 1	1.5 : 1

GARCÍA RICO, Elmer. "Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte",
Primera edición – Abril 1987, Pág. 76

Velocidad máxima y mínima permisible

GARCÍA²⁸, enseña lo siguiente:

La velocidad mínima permisible, es aquella velocidad que no permite sedimentación, este valor es muy variable y no puede ser determinado con exactitud, cuando el agua fluye sin limo este valor carece de importancia, pero la baja velocidad favorece el crecimiento de las plantas, en canales de tierra, da el valor de 0.60 m/seg. Como la velocidad apropiada que no permite sedimentación y además impide el crecimiento de plantas en el canal.

La velocidad máxima permisible, algo bastante complejo y generalmente se estima empleando la experiencia local o el juicio del ingeniero; las siguientes tablas nos dan valores sugeridos.

Tabla N° 13, Máxima velocidad permitida en canales no recubiertos de vegetación

MATERIAL DE LA CAJA DEL CANAL	"η" Manning	Velocidad (m/s)		
		<i>Agua limpia</i>	<i>Agua con partículas coloidales</i>	<i>Agua transportando arena, grava o fragmentos</i>
Arena fina coloidal	0.020	1.45	0.75	0.45
Franco arenoso no coloidal	0.020	0.53	0.75	0.60
Franco limoso no coloidal	0.020	0.60	0.90	0.60
Limos aluviales no coloidales	0.020	0.60	1.05	0.60
Franco consistente normal	0.020	0.75	1.05	0.68
Ceniza volcánica	0.020	0.75	1.05	0.60

²⁸ GARCÍA RICO, Elmer. "Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte", Pág. 77

Arcilla consistente muy coloidal	0.025	1.13	1.50	0.90
Limo aluvial coloidal	0.025	1.13	1.50	0.90
Pizarra y capas duras	0.025	1.80	1.80	1.50
Grava fina	0.020	0.75	1.50	1.13
Suelo franco clasificado no coloidal	0.030	1.13	1.50	0.90
Suelo franco clasificado coloidal	0.030	1.20	1.65	1.50
Grava gruesa no coloidal	0.025	1.20	1.80	1.95
Gravas y guijarros	0.035	1.80	1.80	1.50

FUENTE: GARCÍA RICO, Elmer. "Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte", Primera edición – Abril 1987, Pág. 77

Para velocidades máximas, en general, los canales viejos soportan mayores velocidades que los nuevos; además un canal profundo conducirá el agua a mayores velocidades sin erosión, que otros menos profundos.

Tabla N° 14, Velocidades máximas en hormigón en función de su resistencia

RESISTENCIA en kg/cm ²	PROFUNDIDAD DEL TIRANTE EN METROS				
	0.5	1	3	5	10
50	9.6	10.6	12.3	13.0	14.1
75	11.2	12.4	14.3	15.2	16.4
100	12.7	13.8	16.0	17.0	18.3
150	14.0	15.6	18.0	19.1	20.6
200	15.6	17.3	20.0	21.2	22.9

FUENTE: GARCÍA RICO, Elmer. "Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte", Primera edición – Abril 1987, Pág. 80

Esta tabla, da valores de velocidad admisibles altos, sin embargo la U.S. BUREAU OF RECLAMATION, recomienda que para el caso de revestimiento de canales de hormigón no armado (Concreto Simple), las velocidades no deben exceder de 2.5 m/seg. Para evitar la posibilidad de que el revestimiento se levante.

ANCHO DE SOLERA (b)

VILLÓN²⁹, explica:

Resulta muy útil para cálculos posteriores fijar de antemano un valor para el ancho de solera, plantilla o base, con lo cual se puede manejar con facilidad las fórmulas para calcular el tirante. Para canales pequeños, el ancho de solera está en función del ancho de la pala (cucharón) de la excavadora disponible para la construcción.

Tabla N° 15, Ancho de solera / caudal

CAUDAL Q (m³/seg)	SOLERA b (m)
Menor de 0.1	0.30
Entre 0.1 y 0.2	0.50
Entre 0.200 y 0.4	0.75
Mayor de 0.4	1.00

FUENTE: VILLÓN BÉJAR, Máximo. Hidráulica de Canales. Pág. 141

TIRANTE (y)

VILLÓN³⁰, indica el siguiente concepto:

El tirante de agua viene a ser la altura o profundidad que alcanzará el agua en la caja del canal, su cálculo depende de varios factores como son: el caudal, la pendiente, velocidad y el talud. Una regla

²⁹ VILLÓN BÉJAR, Máximo. Hidráulica de Canales. Pág. 141

³⁰ Ídem, Pág. 141

empírica generalmente usada en los Estados Unidos, establece el valor máximo de la profundidad de los canales de tierra según la siguiente relación:

$$y = \frac{1}{2} \sqrt{A} \dots\dots\dots(18)$$

Dónde:

y: Tirante hidráulico en m.

A: Área de la sección transversal en m².

Otros establecen:

$$y = \frac{1}{3} b \dots\dots\dots(19)$$

Dónde:

b: Ancho de solera o base.

2.5.2.15. **BORDE LIBRE (B.L.)**

VILLÓN³¹, menciona lo siguiente:

Para dar seguridad al canal es necesario considerar una altura adicional denominada bordo libre, su objeto es evitar desbordamientos por mala operación de compuertas, derrumbes, o por oleaje debido al viento que pueden poner en peligro la estabilidad del canal.

En la determinación de la sección transversal de los canales, resulta siempre necesario dejar cierto desnivel entre la superficie libre del agua para el tirante normal y la corona de los bordos, como margen de seguridad, a fin de absorber los niveles extraordinarios que puedan presentarse por encima del caudal de diseño del canal:

$$B.L = H - y \dots\dots\dots(20)$$

³¹ VILLÓN BÉJAR, Máximo. Hidráulica de Canales. Pág. 143

En la práctica es conveniente dejar un bordo libre igual a un tercio del tirante, es decir:

$$B.L. = y/3 \dots \dots \dots (21)$$

Existen también otros criterios prácticos para designar el valor del bordo libre. En relación con el caudal se tiene:

Tabla N° 16, Caudales / Bordo Libre

CAUDAL (m³/seg.)	BORDE LIBRE (m.)
Menores que 0.50	0.30
Mayores que 0.50	0.40

FUENTE: VILLÓN BÉJAR, Máximo. Hidráulica de Canales. Pág. 143

En relación con el ancho de solera se tiene:

Tabla N° 17, Ancho de solera / bordo libre

ANCHO DE SOLERA (m)	BORDE LIBRE (m)
Hasta 0.80	0.40
De 0.80 a 1.50	0.50
De 1.50 a 3.00	0.60
De 3.00 a 20.00	1.00

FUENTE: VILLÓN BÉJAR, Máximo. Hidráulica de Canales. Pág. 143

Borde libre

GARCÍA³², nos propone una definición:

Es el espacio entre la cota de la corona y la superficie del agua, no existe ninguna regla fija que se pueda aceptar universalmente para el cálculo del bordo libre, debido a que las fluctuaciones de la superficie del agua en un canal, se puede originar por causas incontrolables.

³² GARCÍA RICO, Elmer. "Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte", Pág. 80

La U.S. BUREAU OF RECLAMATION recomienda estimar el borde libre con la siguiente fórmula:

$$\text{Borde Libre} = \sqrt{CY} \dots\dots\dots(22)$$

Dónde:

Borde libre: en pies.

C = 1.5. Para caudales menores a 20 pies³/seg., y hasta 2.5 para caudales del orden de los 3000 pies³/seg.

Y = Tirante del canal en pies

La secretaría de Recursos Hidráulicos de México, recomienda los siguientes valores en función del caudal:

Tabla N° 18, Borde libre en función del caudal

Caudal m3/seg	Revestido (cm)	Sin revestir (cm)
≤ 0.05	7.5	10.0
0.05 – 0.25	10.00	20.0
0.25 – 0.50	20.0	40.0
0.50 – 1.00	25.0	50.0
> 1.00	30.0	60.0

FUENTE: GARCÍA RICO, Elmer. "Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte", Pág. 80

Máximo Villón Béjar, sugiere valores en función de la plantilla del canal:

Tabla N° 19, Borde libre en función de la plantilla del canal

Ancho de la plantilla (m)	Borde libre (m)
Hasta 0.8	0.4
0.8 – 1.5	0.5
1.5 – 3.0	0.6
3.0 – 20.0	1.0

FUENTE: GARCÍA RICO, Elmer. "Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte", Pág. 81

2.5.2.16. CAUDAL

VILLÓN³³, opina lo siguiente:

Cantidad o volumen de fluido que circula por una sección en la unidad de tiempo. Se expresa en volumen de agua por unidad de tiempo (m³/s).

CAUDAL DE DISEÑO PARA UN CANAL DE RIEGO

Es el volumen de agua por unidad de tiempo que corresponde al mes de máxima demanda de agua para atender al programa de riego de acuerdo a una determinada cédula de cultivo.

DEMANDA DE AGUA

Volumen de agua necesario para satisfacer una determinada área a irrigar de acuerdo a los tipos de cultivos que se van a desarrollar, se expresa en MMC.

2.5.2.17. REVESTIMIENTOS EMPLEADOS EN CANALES

VILLÓN³⁴, menciona lo siguiente:

Los valores altos de la percolación, en algunos suelos de la caja de los canales, originan pérdidas de agua apreciables, por lo cual es necesario revestirlos.

En otros casos la estabilidad de los canales se ve afectada por la erosión, que puede originarse por la velocidad del flujo lo que obliga a revestirlos.

Igualmente si las filtraciones producen aguas de retorno abundantes, y éstas pueden perjudicar a terceros, es posible que convenga que tengan revestimiento.

³³ VILLÓN BÉJAR, Máximo. Hidráulica de Canales. Pág. 144

³⁴ ROSELL CALDERÓN, César Arturo. Irrigación, Pág. 167

Los revestimientos de canales pueden ser fabricados de diferentes materiales, unos son vaciados directamente in situ y otros son prefabricados.

Los revestimientos más empleados en el Perú son:

- Revestimiento de piedra emboquillado y canteada.
- Revestimiento de concreto.
- Revestimiento de concreto asfáltico.
- Revestimiento prefabricado.

La decisión de revestir o no los canales, la define el diseñador y estaría en función del mantenimiento del canal.

El análisis es similar al empleado en el método de beneficio costo de un proyecto.

Las principales ventajas de la utilización de los revestimientos son:

- Menor pérdida de agua
- Mejoramiento de las características hidráulicas
- Reducción de costo de drenaje
- Reducción de costo de operación y mantenimiento
- Protección de taludes en épocas de lluvia
- Menor sección de corte y volumen de excavaciones y
- Permite mayores pendientes a los taludes.

Para nuestro caso se recomienda usar el revestimiento de concreto simple, que constituye el material usado en forma de mortero.

El espesor del revestimiento según el material de construcción usualmente alcanza las dimensiones que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla N° 20, Espesores Usuales De Los Revestimientos

Material	Espesor (cm)
Mortero de cemento arena	2.50
Concreto simple	5-15
Concreto armado	10-20
Suelo cemento	3.75
Mortero asfáltico	2.50
Concreto asfáltico	2.50-10

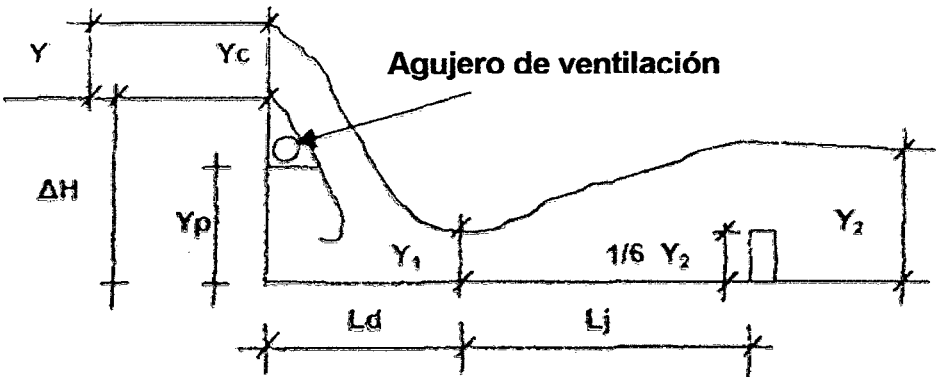
FUENTE: ROSELL CALDERÓN, César Arturo. Irrigación. Pág. 168

2.5.2.18. CAÍDAS VERTICALES

GARCÍA³⁵, opina una definición:

Son obras de arte que se construyen para salvar desniveles topográficos, cuya función específica es la de mantener una pendiente que permita velocidades que no originen sedimentación ni erosión en el recorrido del canal.

Gráfico N° 4, CORTE ESQUEMÁTICO DE UNA CAÍDA VERTICAL



³⁵ GARCÍA RICO, Elmer. "Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte", Pág. 174, 175

Dónde:

Y = Tirante normal aguas arriba del salto.

Yc = Tirante crítico.

Y1 = Profundidad aguas arriba del salto.

Y2 = Profundidad aguas abajo del salto.

ΔH = Diferencia de niveles o altura de cámara de aire.

Yp = Altura de agua en la cámara de aire.

Ld = Longitud del cambio de flujo.

CRITERIOS DE DISEÑO PARA CAÍDAS VERTICALES

GARCÍA³⁶, nos explica lo siguiente:

Para el diseño de caídas verticales se deberá tener en cuenta los siguientes criterios:

- Caudal en la vertiente del borde:

$$q = Q/B \text{ m}^3/\text{sxm} \dots\dots\dots(23)$$

- Tirante crítico

$$Y_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \dots\dots\dots(24)$$

- Número de salto:

$$D = q^2 / (gx\Delta H^3) \dots\dots\dots(25)$$

- Longitud del cambio de flujo:

$$L_d = 4,30xD^{0.27}x\Delta H \dots\dots\dots(26)$$

- Nivel de agua en la cámara de aire:

$$Y_p = 1.00xD^{0.22}x\Delta H \dots\dots\dots(27)$$

³⁶ GARCÍA RICO, Elmer. "Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte", Pág. 176

- Profundidad de aguas arriba del salto:

$$Y_1 = 1.00xD^{0.425}x\Delta H \dots\dots\dots(28)$$

- Profundidad de aguas abajo del salto:

$$Y_2 = 1,66xD^{0.27}x\Delta H\dots\dots\dots(29)$$

- Longitud de altura de aguas:

$$L_j = 6.9 (Y_2 - Y_1) \dots\dots\dots(30)$$

- Longitud del estanque:

$$L_e = L_d + L_j \dots\dots\dots(31)$$

- Altura de muro:

$$h = 1/6 Y_2 \dots\dots\dots(32)$$

Tabla N° 21, Peso específico y ángulo de fricción interna

Material	W (Kg/m ³)	Ø(°)
Arcilla suave	1,440 a 1,920	0° a 15°
Arcilla media	1,600 a 1,920	15° a 30°
Limo seco y suelto	1,600 a 1,920	27° a 30°
Limo denso	1,760 a 1,920	30° a 35°
Arena suelta y grava	1,600 a 2,100	30° a 40°
Arena densa y grava	1,920 a 2,100	25° a 35°
Arena suelta, seca y bien graduada	1,840 a 2,100	33° a 35°
Arena densa, seca y bien graduada	1,920 a 2,100	42° a 46°

Fuente: HARMSSEN, Teodoro E. & MAYORCA, Paola, Diseño de Estructuras de Concreto Armado, pág. 358

2.5.3. MARCO CONCEPTUAL: TERMINOLOGÍA BÁSICA

Para desarrollar el presente proyecto, se tomó en cuenta los siguientes conceptos:

TEMPERATURA

ROSELL³⁷, nos propone una definición:

Se registra en termómetros con el objeto de conocer el grado de calor que ostenta la atmósfera en un área geográfica, es decir la temperatura del medio ambiente. Igualmente para conocer la variación de la temperatura en el terreno se instalan termómetros a diferentes profundidades.

Los registros se efectúan en termómetros llamados de máximas y mínimas, leyendo diariamente las temperaturas más altas y las más bajas. La terminología es:

- *Temperatura Máxima Diaria:* Es igual a la máxima temperatura del aire registrada en la caseta de observación y leída a las 18:00 horas.
- *Temperatura Mínima Diaria:* Es la mínima leída a las 7 a.m.
- *Temperatura Media Diaria:* Es el promedio de temperaturas leídas a las 7:00 hrs., 13:00 hrs. y 18:00 horas del día.
- *Temperatura Media Mensual:* Igual al promedio de las temperaturas medias diarias del mes respectivo.

HUMEDAD RELATIVA

ROSELL³⁸, explica lo siguiente:

Igual a la relación en porcentaje, de la tensión vapor de saturación del aire a la misma temperatura. Cuando la tensión parcial de vapor igual a la tensión para saturar la masa de aire, se dice que existe un 100% de humedad

³⁷ ROSELL CALDERÓN, César Arturo. Irrigación. Pág. 20

³⁸ Ídem. Pág. 20

relativa. La humedad relativa se registra en higrómetros y su lectura se efectúa a las 7:00 hrs., 13:00 hrs. y 18:00 hrs.

VELOCIDAD DE VIENTO

ROSELL³⁹, enseña lo siguiente:

Viento es el desplazamiento de las masas de aire desde las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión. Los vientos son más fuertes cuando es mayor la diferencia de presiones entre dos áreas geográficas.

La importancia de los vientos es grande pues regulan la temperatura del aire y transportan la humedad atmosférica. La velocidad del viento es igual a la longitud recorrida por la componente horizontal del movimiento del aire en la unidad de tiempo.

Sus lecturas se realizan a las 7:00 hrs., 13:00 hrs. y 18:00 hrs. Se utiliza la veleta para registrar la dirección del viento y el anemómetro para medir la velocidad del viento.

HORAS DE SOL

ROSELL⁴⁰, menciona lo siguiente:

Es el número de horas en las cuáles la radiación solar ilumina la superficie terrestre en la zona de medición en el día observado.

El heliógrafo registra en una banda el número de horas de iluminación.

NUBOSIDAD

ROSELL⁴¹, explica lo siguiente:

La medición de la nubosidad se efectúa por observación directa, considerando como nubosidad (0) cuando el cielo está totalmente

³⁹ ROSELL CALDERÓN, César Arturo. Irrigación, Pág. 20

⁴⁰ Ídem. Pág. 21

⁴¹ Ídem. Pág. 21

despejado y un cielo totalmente cubierto (8) y la medida se realiza en octavos.

EVAPORACIÓN

ROSELL⁴², precisa lo siguiente:

La cantidad de agua que ha pasado al estado de vapor en un día determinado. Su medición se efectúa en un tanque del Weather Bureau de los Estados Unidos que tiene 1,220 mm. De diámetro y las lecturas se hacen en mm. de lámina de agua.

PRECIPITACIÓN

ROSELL⁴³, nos propone una definición:

Fenómeno por el cual las aguas atmosféricas retornan a la superficie terrestre en forma de lluvia, comprende también la nieve disuelta. Se define como el producto líquido o sólido de la condensación del vapor de agua que procedentes de las nubes se precipitan al suelo.

El pluviómetro estándar tiene 200 cm² de superficie en la base y se instalan a 1.20 m. de altura sobre el suelo. La lluvia caída se registra en altura de lámina en mm., su control en un pluviógrafo se efectúa en forma continua. Mientras que en los pluviómetros su lectura puede ser diaria, semanal o mensual dependiendo de la dificultad de lectura según su ubicación.

EVAPOTRANSPIRACIÓN

ROSELL⁴⁴, menciona lo siguiente:

Se define así, al agua empleada por las plantas en su transpiración, al agua evaporada desde el suelo cercano a la planta como parte del agua necesaria para acumular en sus tejidos los nutrientes en forma de soluciones y suspensiones.

⁴² ROSELL CALDERÓN, César Arturo. Irrigación. Pág. 21

⁴³ Ídem. Pág. 21

⁴⁴ Ídem. Pág. 21

USO CONSUNTIVO

ROSELL⁴⁵, explica:

Es la cantidad de agua pura consumida sin recuperación por las plantas en su desarrollo y maduración de sus frutos, es decir el consumo de agua durante todo el período vegetativo.

CÉDULA DE CULTIVO

ROSELL⁴⁶, define:

Viene a ser la relación o tabla de cultivos posibles de un valle de acuerdo a sus condiciones de clima, suelos y experiencia de los campesinos agricultores.

La cédula de cultivos está conformada por cultivos que pueden ser los siguientes:

a. Cultivos permanentes

Son los que tienen un período vegetativo mayor de un año tales como la caña de azúcar, los pastos y frutales.

b. Cultivos temporales o anuales

Los que tienen un ciclo vegetativo de algunos meses o máximo un año, como el maíz, el algodón, el arroz, las legumbres y los cereales.

COEFICIENTE DE CULTIVO

Es un factor que depende del tipo y edad del cultivo a lo largo de todo el período vegetativo.

⁴⁵ ROSELL CALDERÓN, César Arturo. Irrigación. Pág. 21

⁴⁶ Ídem. Pág. 50

CANALES

VILLÓN⁴⁷, indica lo siguiente:

Los canales son conductos en los que el agua circula debido a la acción de la gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera.

Los canales pueden ser naturales (ríos o arroyos) o artificiales (construidos por el hombre). Dentro de estos últimos pueden incluirse aquellos conductos cerrados que trabajan parcialmente llenos (alcantarillas, tuberías).

La sección transversal de un canal natural es generalmente de forma muy irregular y varía de un lugar a otro. Los canales artificiales usualmente se diseñan con formas geométricas regulares:

Secciones abiertas

- Sección trapezoidal. Se usa siempre en canales de tierra y en canales revestidos.
- Sección rectangular. Se emplea para acueductos de madera, para canales excavados en roca y para canales revestidos.
- Sección triangular. Se usa para cunetas revestidas en las carreteras, también en canales de tierra pequeños, fundamentalmente por facilidad de trazo. También se emplean revestidas, como alcantarillas de las carreteras.
- Sección parabólica. Se emplea a veces para canales revestidos y es la forma que toman aproximadamente muchos canales naturales y canales viejos de tierra.

Secciones cerradas

- Sección circular y Sección de herradura. Se usan comúnmente para alcantarillas y estructuras hidráulicas importantes.

⁴⁷ VILLÓN BÉJAR, Máximo. 'Hidráulica de Canales, Pág. 15

CANALES DE RIEGO POR SU FUNCIÓN

GARCÍA⁴⁸, menciona lo siguiente:

Los canales de riego dentro de una planificación, comúnmente tienen forma rectangular o trapezoidal, adoptando por su función diferentes denominaciones, así tenemos por ejemplo:

a. Canal de primer orden.

Llamado también Canal Madre o Canal Principal y se le traza siempre con pendiente mínima, normalmente es usado por un solo lado ya que por el otro da con terrenos altos.

b. Canal de segundo orden.

Llamado también Canal Lateral, son aquellos que salen del Canal Principal y el caudal que ingresa a ellos, es repartido hacia los sub-laterales, el área de riego que sirve un lateral se conoce como Unidad de Riego.

c. Canal de tercer orden.

Llamados también Canales Sub-laterales y nacen de los canales laterales, el caudal que ingresa a ellos es repartido hacia las propiedades individuales a través de las tomas de parcela, el área de riego que sirve un sub-lateral se conoce como Unidad Rotación.

COEFICIENTES DE RUGOSIDAD ⁽⁶⁾

ROSELL⁴⁹, nos propone una definición:

La rugosidad es la resistencia al flujo del agua, que presenta el revestimiento de los canales artificiales y la geología del cauce en los conductos naturales; se relaciona principalmente a las condiciones y al estado de conservación de los revestimientos.

⁴⁸ GARCÍA RICO, Elmer. "Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte", Pág. 58

⁴⁹ ROSELL CALDERÓN, César Arturo. Irrigación, Pág. 148

Conviene tener en cuenta que el coeficiente depende del material, de su acabado y de su deterioro con el tiempo. El coeficiente de rugosidad suele ser muy variable, dependiendo de la topografía y vegetación.

Coeficientes de rugosidad (η) de Manning más usados:

Tabla N° 22, Rugosidad

TIPO DE MATERIAL DEL CANAL	RUGOSIDAD (η)
Tierra: alineada y uniforme	0.025
Roca: lisos y uniformes	0.033
Roca: con salientes	0.040
Dragados en tierras	0.0275
Tierra con taludes ásperos	0.030
Mampostería con piedra labrada	0.016
Mampostería con piedra de cantera	0.017
Hormigón y concreto	0.014

FUENTE: ROSELL CALDERÓN, César Arturo. Irrigación, Pág. 148

RIEGO⁽⁴⁾

Es la aplicación del agua en el suelo con el propósito de proporcionar a éste la humedad esencial para el crecimiento de las plantas. Podemos decir también que riego es el aporte de un volumen controlado y oportuno de agua al suelo.

TIRANTES CRÍTICOS

ROSELL⁵⁰, indica lo siguiente:

El tirante crítico, es aquel para el cual la energía específica es mínima, coincidentemente con este tirante el régimen lento o subcrítico pasa a régimen rápido o supercrítico.

⁵⁰ ROSELL CALDERÓN, César Arturo. Irrigación, Pág. 155

PENDIENTE ADMISIBLE EN CANALES DE TIERRA (S)

VILLÓN⁵¹, enseña lo siguiente:

La pendiente, en general, debe ser tal que permita dominar la mayor superficie posible de tierra y que, a la vez, dé valores para la velocidad que no causen erosión del material en que está alojado el canal, ni favorezcan el depósito de azolve. La pendiente máxima admisible para canales de tierra varía según la textura.

Las pendientes admisibles en función del tipo de suelo son:

Tabla N° 23, Pendientes Admisibles En Canales De Tierra

TIPO DE SUELO	PENDIENTE (S)
Suelos sueltos	0,0005 - 0.001
Suelos francos	0.0015-0.0025
Suelos arcillosos	0.003 - 0.0045

ÁREA HIDRÁULICA (A)

VILLÓN⁵², nos propone una definición:

Para canales de sección trapezoidal se obtiene usando la relación geométrica:

A= (b+zy) y(33)

Una vez calculado el ancho de solera, talud y el tirante. También se obtiene usando la ecuación de continuidad:

A=Q/V(34)

Dónde:

- Q : caudal en m³/seg.
- V : velocidad del agua en m/seg

⁵¹ VILLÓN BÉJAR, Máximo. Hidráulica de Canales. Pág. 138

⁵² Ídem, Pág. 138

PROFUNDIDAD TOTAL (H)

VILLÓN⁵³, inca lo siguiente:

La profundidad total del canal viene a ser la altura de la caja hidráulica y se encuentra una vez conocido el valor del tirante de agua y el bordo libre, es decir:

$$H = y + B.L. \dots\dots\dots(35)$$

En forma práctica, para su construcción esta profundidad total se suele redondear, asumiendo su variación el valor del bordo libre, de tal manera de obtener una medida que facilite el proceso constructivo.

ANCHO DE CORONA O BERMA (C)⁽⁷⁾

VILLÓN⁵⁴, explica:

El ancho de corona de los bordos de los canales en su parte superior depende esencialmente del servicio que estos habrán de prestar. En canales grandes el ancho mínimo es de 6,50 m., para permitir el tránsito de vehículos y equipos de conservación a fin de facilitar los trabajos de inspección y distribución del agua.

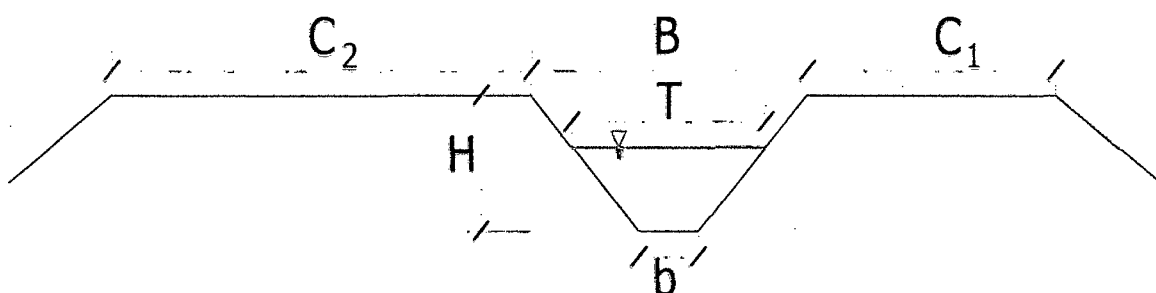
En canales más pequeños el ancho superior de la corona puede diseñarse aproximadamente igual al tirante del canal. En función del caudal se puede considerar un ancho de corona de 0,60 m. para caudales menores de 0,50 m³/seg. y 1,00 m. para caudales mayores.

Nota: Las consideraciones prácticas mencionadas anteriormente deben tomarse solamente como valores referenciales para dar inicio al diseño de canales y no como valores finales de diseño, estos se obtendrán solo después de realizar los chequeos correspondientes.

⁵³ VILLÓN BÉJAR, Máximo. Hidráulica de Canales. Pág. 143

⁵⁴ Ídem, Pág. 144

Gráfico N° 5, ANCHO DE CORONA EN CANALES



Dónde:

C1: berma interna

C2: berma externa

VELOCIDAD MÍNIMA

ROSELL⁵⁵, nos propone una definición:

El fenómeno de arrastre de material en suspensión es complejo, ya que la velocidad que arrastra o deposita el material depende de las dimensiones, forma y naturaleza del material arrastrado; debido a que en este fenómeno actúan muchas variables.

Es la velocidad que no produce depósitos de materiales sólidos en Suspensión (sedimentación) en la caja de los canales.

VELOCIDAD MÁXIMA

ROSELL⁵⁶, nos dice lo siguiente:

La velocidad del agua influye en la conservación de los revestimientos y en la estabilidad de los canales no revestidos, dado que las velocidades altas posibilitan la abrasión de los revestimientos de las paredes y del fondo de los canales debido al material grueso que generalmente transporta en suspensión el agua. Es la velocidad límite que no produce erosión en las paredes y el fondo del canal.

⁵⁵ ROSELL CALDERÓN, César Arturo. Irrigación, Pág. 146

⁵⁶ Ídem, Pág. 146

2.6. HIPÓTESIS.

La Rehabilitación y Mejoramiento del canal lateral N° 08, de la Margen izquierda de la Irrigación Sisa – Distrito de San Pablo – Provincia de Bellavista – San Martín, permitirá mejorar la conducción de agua y brindar el riego oportuno del cultivo de arroz en su área de influencia.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1 RECURSO HUMANO

- 01 Tesista investigador
- 01 Asesor de la F.I.C.
- 01 Laboratorista
- 01 Topógrafo
- 01 Personal obrero de campo

3.1.2 RECURSO MATERIAL

- Un ordenador (Equipo de Computo) con acceso a internet.
- Útiles de oficina.
- Textos especializados.

3.1.3 RECURSO DE EQUIPOS

- Equipo e instrumentos para estudios de topografía.
- Equipo e instrumentos para estudios de mecánica de suelos.

3.1.4 RECURSO DE SOFTWARE (Programas)

- AIDC o Civil 3D, para dibujo de la curvas de nivel.
- Hcanales, para el diseño hidráulico del canal.
- Sap2000, V12 para el cálculo estructural.
- AutoCAD, para el dibujo de planos.

3.2. METODOLOGÍA

3.2.1. Universo, Muestra, Población

3.2.1.1. Universo

Está conformado por el sistema de riego de Irrigación Sisa, y el distrito de San Pablo que es de 36,349 Ha.

3.2.1.2. Muestra

La muestra está conformada por la longitud que comprende el canal lateral N° 08 y por el área de riego, que es de 83.50 Ha. que forma parte de la irrigación sisa, margen izquierda.

3.2.1.3. Población

La población está constituida por el cultivo principal de la zona del área de influencia del proyecto, que es el cultivo de arroz a bajo riego.

3.2.2. Sistema de Variables

Las variables respecto al tipo y nivel de la presente investigación, se ha identificado y caracterizado las siguientes:

a) Con respecto a la variable independiente:

La variable independiente está conformada por los parámetros de diseño que son los siguientes: Talud, rugosidad, pendiente, y uso consuntivo del área de riego del canal lateral N° 08.

b) Con respecto a la variable dependiente:

La variable dependiente, está conformada por el caudal de diseño (Q).

3.2.3. Diseño Experimental de la Investigación

“Investigación Tecnológica, Descriptiva y Aplicativa”

El diseño de la investigación tiene el esquema siguiente:

X_1 ----- Y ----- X_2

Dónde:

X_1 : Situación inicial o de partida

Y : Aplicación de la investigación
X₂ : Resultado de la investigación

La variable X₁: Es la situación actual en la que se encuentra el canal del proyecto, sin la rehabilitación y mejoramiento que se plantea.

La variable Y: Es el procedimiento del Tesista mediante la revisión bibliográfica, utilización de materiales y métodos, y la sistematización de los datos, para efectuar el planteamiento del proyecto

La variable X₂: es la obtención de efecto de la investigación, como son el resultado, contrastación de la hipótesis y la elaboración final del proyecto, facilitando a la localidad de San Pablo, un proyecto de rehabilitación y mejoramiento del canal lateral N° 08

3.2.4. Diseño de Instrumentos

El diseño se ha planteado conociendo el valor de las variables, como son el Talud, Rugosidad, Pendiente y Caudal, y para el aspecto estructural se ha utilizado el software SAP 2000-Versión 12

3.2.5. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Comprende en la aplicación y desarrollo de los diferentes instrumentos necesarios para realizar el diseño hidráulico del canal principal así como el diseño estructural de las obras de arte.

3.2.5.1. Cálculo de la demanda de agua y caudal de diseño.

3.2.5.1.1. *Parámetros para el cálculo*

CUADRO N° 1
CEDULA DE CULTIVO DE ARROZ

CAMPAÑA	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.
Chica o Baja	83.50	83.50	83.50	83.50	83.50	83.50						
Principal o Alta							83.50	83.50	83.50	83.50	83.50	83.50
TOTAL	83.50	83.50	83.50	83.50	83.50	83.50	83.50	83.50	83.50	83.50	83.50	83.50

Fuente: Junta de Usuarios Huallaga Central ATDR-HC. Elaboración propia

CUADRO N° 2

COEFICIENTES DEL CULTIVO (Kc)

CULTIVOS	MESES											
	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
ARROZ (**)	1.10	1.10	1.05	1.05	1.00	0.95						
ARROZ (*)							1.10	1.10	1.05	1.05	1.00	0.95

(*) CULTIVO CAMPAÑA PRINCIPAL O ALTA

(**) CULTIVO CAMPAÑA CHICA O BAJA

CUADRO N° 3

PORCENTAJE DE HORAS DE LUZ DIARIAS (P)

(FORMULA DE BLANNEY & CRIDDLE AMÉRICA DEL SUR)

LATITUD SUR	MESES											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0°	8.68	7.66	8.49	8.21	8.50	8.22	8.50	8.49	8.21	8.50	8.22	8.50
5°	8.68	7.76	8.51	8.15	8.34	8.05	8.33	8.38	8.19	8.56	8.37	8.68
06° 50'	8.75	7.81	8.52	8.13	8.27	8.00	8.25	8.33	8.18	8.58	8.24	8.76
10°	8.86	7.87	8.53	8.09	8.18	7.86	8.14	8.27	8.17	8.62	8.53	8.88
15°	9.05	7.98	8.55	8.02	8.02	7.65	7.95	8.15	8.15	8.68	8.70	9.10
20°	9.24	8.09	8.57	7.94	7.85	7.43	7.76	8.03	8.13	8.76	8.87	9.33
25°	9.46	8.21	8.60	7.84	7.66	7.20	7.54	7.90	8.11	8.86	9.04	9.58
30°	9.70	8.33	8.62	7.73	7.45	6.96	7.31	7.76	8.07	9.97	9.24	9.85
32°	9.81	8.39	8.63	7.68	7.36	6.85	7.21	7.70	8.06	9.01	9.33	9.96

Fuente: SENAMHI – SAN MARTIN.

06°50' : comprende la ubicación del área de riego del canal lateral N°08 margen izquierda irrigación Sisa.

CUADRO N° 4
TEMPERATURA PROMEDIO MENSUAL °C
(PERIODO 1998 – 2008)
Estación: CO Bellavista

DISTRITO : Bellavista
PROVINCIA : Bellavista
REGIÓN : San Martín.

LATITUD : 07° 03'00'' S
LONGITUD : 76° 33'00'' W
ALTITUD : 247 msnm.

AÑO	MESES											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1998	28.00	28.10	27.40	27.40	26.60	25.70	26.00	27.40	26.60	27.00	27.40	27.30
1999	26.30	26.10	26.30	25.30	25.40	25.60	24.80	25.30	26.70	26.40	26.80	27.00
2000	26.70	26.00	26.30	25.60	26.20	26.20	24.70	26.10	26.40	26.60	27.80	26.60
2001	26.10	25.90	25.90	25.90	26.40	24.80	25.70	25.80	26.00	27.30	27.40	26.80
2002	27.40	27.20	26.90	26.50	26.60	25.80	25.20	26.00	26.80	26.80	27.10	27.70
2003	28.10	27.10	26.30	26.40	25.80	25.80	25.30	26.00	26.60	27.60	27.20	26.60
2004	28.10	27.00	26.70	27.20	26.80	25.10	25.40	25.30	25.80	27.40	27.50	27.20
2005	28.00	27.30	27.40	26.50	27.00	26.80	25.90	26.90	27.60	27.60	27.30	27.10
2006	27.00	26.90	26.70	26.40	26.10	26.40	26.20	26.70	27.40	28.20	27.40	27.80
2007	28.00	28.30	26.70	26.70	26.30	26.50	26.20	26.60	26.40	27.30	26.90	27.30
2008	27.10	26.70	26.10	26.60	26.00	25.60	26.20	27.20	26.80	26.90	27.30	
TOTAL	300.80	296.60	292.70	290.50	289.20	284.30	281.60	289.30	293.10	299.10	300.10	271.40
PROMEDIO	27.30	27.00	26.60	26.40	26.30	25.80	25.60	26.30	26.60	27.20	27.30	27.10

Fuente: SENAMHI – SAN MARTIN.

CUADRO N° 5
PRECIPITACIÓN MENSUAL Y ANUAL (mm)
(PERIODO 1998 – 2008)
Estación: CO “BELLAVISTA”

DISTRITO : Bellavista
PROVINCIA : Bellavista
REGIÓN : San Martín.

LATITUD : 07° 03' 00 S
LONGITUD : 76° 33' 00 W
ALTITUD : 247.00 msnm.

AÑO	MESES											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1998	22.50	98.40	157.90	43.80	35.90	67.20	33.50	47.10	78.50	252.00	38.20	149.60
1999	242.30	210.30	46.60	116.60	165.60	79.90	38.50	46.60	89.50	38.20	117.10	154.50
2000	71.90	193.10	124.90	134.00	13.60	108.70	90.60	37.30	30.00	33.00	78.80	163.90
2001	74.70	135.50	143.50	94.20	53.30	54.30	27.50	41.50	83.60	158.50	116.60	131.60
2002	11.80	15.30	151.50	80.90	79.00	61.60	70.50	68.40	91.00	130.60	17.30	18.50
2003	40.00	73.00	79.30	123.30	171.30	100.70	8.90	76.90	38.50	97.00	152.60	156.50
2004	36.90	32.50	61.70	99.50	17.10	50.10	122.30	49.60	55.00	105.70	135.50	156.00
2005	26.40	145.00	120.70	121.10	34.00	25.90	22.70	43.90	10.80	45.10	276.60	175.20
2006	69.60	62.70	163.50	81.80	11.40	24.70	32.60	41.00	41.10	18.40	140.00	22.50
2007	19.90	49.10	209.10	42.20	209.50	34.40	1.20	37.20	64.60	100.00	137.60	22.10
2008	12.80	71.20	162.60	161.10	69.30	52.10	38.60	38.40	35.80	126.30	82.30	
TOTAL	628.80	1,086.10	1,421.30	1,098.50	860.00	659.60	486.90	527.90	618.40	1,104.80	1,292.60	1,150.40
PROMEDIO	57.20	98.70	129.20	99.90	78.20	60.00	44.30	48.00	56.20	100.40	117.50	115.00

Fuente: SENAMHI – SAN MARTIN.

CUADRO N° 6

**PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) ORDENADA DE MANERA DESCENDENTE, CÁLCULO DE LA PERSISTENCIA
Y DE LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA AL 75% DE PERSISTENCIA**

Estación: CO Bellavista

N° (m)	MESES												f=m/(n+1)
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
1	242.30	210.30	209.10	161.10	209.50	108.70	122.30	76.90	91.00	252.00	276.60	175.20	0.08
2	74.70	193.10	163.50	134.00	171.30	100.70	90.60	68.40	89.50	158.50	152.60	163.90	0.17
3	71.90	145.00	162.60	123.30	165.60	79.90	70.50	49.60	83.60	130.60	140.00	156.50	0.25
4	69.60	135.50	157.90	121.10	79.00	67.20	38.60	47.10	78.50	126.30	137.60	156.00	0.33
5	40.00	98.40	143.50	116.60	69.30	61.60	38.50	46.60	64.60	105.70	135.50	154.50	0.42
6	36.90	71.12	124.90	99.50	53.30	54.30	33.50	43.90	55.00	100.00	117.10	149.60	0.50
7	26.40	62.70	120.70	94.20	35.90	52.10	32.60	41.50	41.10	97.00	116.60	131.60	0.58
8	22.50	49.10	79.30	81.80	34.00	50.10	27.50	41.00	38.50	45.10	82.30	22.50	0.67
9	19.90	32.50	61.70	80.90	17.10	34.40	22.70	38.40	35.80	38.20	78.80	22.10	0.75
10	12.80	15.30	46.60	43.80	13.60	25.90	8.90	37.30	30.00	33.00	38.20	18.50	0.83
11	11.80	98.70	129.20	42.20	11.40	24.70	1.20	37.20	10.80	18.40	17.30		0.92
PROMEDIO	57.20	98.70	129.20	99.90	78.20	60.00	44.30	48.00	56.20	100.40	117.50	115.00	
Prob. 75%	19.90	32.50	61.70	80.90	17.10	34.40	22.70	38.40	35.80	38.20	78.80	22.10	0.75

n = Número de datos.

f = Frecuencia.

PRECIPITACIÓN EFECTIVA (PE) EN mm AL 75 % DE PERSISTENCIA.

P. E	MESES											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
PE: 75%	14.90	36.80	59.50	60.70	12.80	25.80	17.00	28.80	26.90	28.70	59.10	16.60

Fuente: SENAMHI – SAN MARTIN. Elaboración propia

3.2.5.1.2. CALCULO DE LA DEMANDA DE AGUA Y CAUDAL DE DISEÑO

CUADRO N° 7. RESUMEN DE LOS PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LA DEMANDA DE AGUA:

MES	NUMERO DE DÍAS
ENERO	31
FEBRERO	28
MARZO	31
ABRIL	30
MAYO	31
JUNIO	30
JULIO	31
AGOSTO	31
SETIEMBRE	30
OCTUBRE	31
NOVIEMBRE	30
DICIEMBRE	31

MES	T° MEDIA MENSUAL
ENERO	27.30
FEBRERO	27.00
MARZO	26.60
ABRIL	26.40
MAYO	26.30
JUNIO	25.80
JULIO	25.60
AGOSTO	26.30
SETIEMBRE	26.60
OCTUBRE	27.20
NOVIEMBRE	27.30
DICIEMBRE	27.10

Estación Bellavista: 1995 - 2005

MES	PRECIPITACIÓN EFECTIVA (mm)
ENERO	14.90
FEBRERO	36.80
MARZO	59.50
ABRIL	60.70
MAYO	12.80
JUNIO	25.80
JULIO	17.00
AGOSTO	28.80
SETIEMBRE	26.90
OCTUBRE	28.70
NOVIEMBRE	59.10
DICIEMBRE	16.60

Estación Bellavista: 1998 - 2008

CULTIVO: Arroz.

Campaña: Principal o Alta.

MES	T° MEDIA MENSUAL	$K_t=1$ $T_e=$ $(K_t \times (t+17.8))/21.8$	INSOLACIÓN RESPLANDOR (*) SOLAR (P)	$F_{uc}=T_e \times$ P Potencial (cm)	Coefic. De Cultivo (Kc)	Uc Cultivo $F_{uc} \times K_c \times 10$ (mm.)
FEBRERO	27.00	2.06	7.81	16.05	1.10	176.55
MARZO	26.60	2.04	8.52	17.35	1.10	190.88
ABRIL	26.40	2.03	8.13	16.48	1.05	173.08
MAYO	26.30	2.02	8.27	16.73	1.05	175.66
JUNIO	25.80	2.00	8.00	16.00	1.00	160.00
JULIO	25.60	1.99	8.25	16.42	0.95	156.03

CULTIVO: Arroz.

CAMPAÑA: Principal o Alta.

MES	Uc CULTIVO (mm)	PRECIPITACIÓN EFECTIVA (mm) (Pe)	LAMINA NETA DE PRECIPITACIÓN (Uc-Pe)(mm)	EFICIENCIA DE APLICACIÓN (Ea)	DOTACIÓN RIEGO Dr= (Ln*10/Ea) (m3/ha)	ÁREA Ha	REQUERIMIENTO DE CULTIVO V=DrxA (m3)	NUMERO DE DÍAS DEL MES	Q 100% 24h m3/S	Q 90% 21h m3/S
FEBRERO	176.55	36.80	139.75	0.40	3493.72	83.50	291726.02	28.00	0.12	0.15
MARZO	190.88	59.50	131.38	0.40	3284.48	83.50	274254.22	31.00	0.10	0.13
ABRIL	173.08	60.70	112.38	0.40	2809.49	83.50	234592.20	30.00	0.09	0.11
MAYO	175.66	12.80	162.86	0.40	4071.54	83.50	339973.65	31.00	0.13	0.16
JUNIO	160.00	25.80	134.20	0.40	3355.00	83.50	280142.50	30.00	0.11	0.14
JULIO	156.03	17.00	139.03	0.40	3475.77	83.50	290227.14	31.00	0.11	0.14

CULTIVO: Arroz.

CAMPAÑA: Chica o baja

MES	T° MEDIA MENSUAL	$K_t=1$ $T_e=$ $(K_t \times (t+17.8))/21.8$	INSOLACIÓN RESPLANDOR SOLAR (P)	$F_{uc}=T_e \times$ P Potencial (cm)	Coefic. De Cultivo (Kc)	Uc Cultivo $F_{uc} \times K_c \times 10$ (mm.)
AGOSTO	26.30	2.02	8.33	16.85	1.10	185.36
SETIEMBRE	26.60	2.04	8.18	16.66	1.10	183.26
OCTUBRE	27.20	2.06	8.58	17.71	1.05	185.97
NOVIEMBRE	27.30	2.07	8.24	17.05	1.05	178.99
DICIEMBRE	27.10	2.06	8.76	18.04	1.00	180.42
ENERO	27.30	2.07	8.75	18.10	0.95	171.97

CULTIVO: Arroz.

CAMPAÑA: Chica o baja

MES	Uc CULTIVO (mm)	PRECIPITACIÓN EFECTIVA (mm) (Pe)	LAMINA NETA DE PRECIPITACIÓN (Uc-Pe)(mm)	EFICIENCIA DE APLICACIÓN (Ea)	DOTACIÓN RIEGO Dr= (Ln*10/Ea) (m3/ha)	ÁREA Ha	REQUERIMIENTO DE CULTIVO V=DrxA (m3)	NUMERO DE DÍAS DEL MES	Q 100% 24h m3/S	Q 90% 21h m3/S
AGOSTO	185.36	28.80	156.56	0.40	3914.04	83.50	326822.35	31.00	0.12	0.15
SETIEMBRE	183.26	26.90	156.36	0.40	3909.05	83.50	326405.71	30.00	0.13	0.16
OCTUBRE	185.97	28.70	157.27	0.40	3931.64	83.50	328291.93	31.00	0.12	0.16
NOVIEMBRE	178.99	59.10	119.89	0.40	2997.33	83.50	250277.08	30.00	0.10	0.12
DICIEMBRE	180.42	16.60	163.82	0.40	4095.60	83.50	341982.29	31.00	0.13	0.16
ENERO	171.97	14.90	157.07	0.40	3926.74	83.50	327882.81	31.00	0.12	0.16

CUADRO N° 8, RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS

MES	CAUDAL (m ³ /s)
ENERO	0.16
FEBRERO	0.15
MARZO	0.13
ABRIL	0.11
MAYO	0.16
JUNIO	0.14

MES	CAUDAL (m ³ /s)
JULIO	0.14
AGOSTO	0.15
SEPTIEMBRE	0.16
OCTUBRE	0.16
NOVIEMBRE	0.12
DICIEMBRE	0.16

De los resultados obtenidos, se considera el caudal de diseño, al caudal máximo obtenido, con el fin de satisfacer la demanda de agua durante todo el año.

EL CAUDAL DE DISEÑO ES $Q_d=0.16 \text{ m}^3/\text{s}$

3.2.5.2. DISEÑO HIDRÁULICO

3.2.5.2.1. Generalidades.

En un proyecto de irrigación la parte que comprende el diseño hidráulico del canal, si bien es cierto que son de vital importancia en el costo de la obra, no es lo más importante puesto que el caudal, factor clave en el diseño y el más importante en un proyecto de riego, es un parámetro que se obtiene sobre la base del tipo de suelo, cultivo, condiciones climáticas, métodos de riego, etc., es decir mediante la conjunción de la relación agua – suelo – planta y la hidrología, de manera que cuando se trata de diseño geométrico de un canal, el diseñador tendrá una visión más amplia y será más eficiente.

3.2.5.2.2. Estudio y diseño hidráulico de la sección del Canal Lateral

ALTERNATIVA N° 01

(CANAL REVESTIDO CON CONCRETO SIMPLE)

Datos:

$Q_d = 0.16 \text{ m}^3/\text{seg}$ (Obtenido de la cedula de cultivo)

$\eta = 0.017$ (Tipo canal revestido, para mejorar la conducción)

$S = 0.0015$ (Obtenido del levantamiento Topográfico)

$Z = 1$ (Criterio del Tesista, mayor área y sección conocidas)

Desarrollo:

Debido a que la presente alternativa es un canal revestido de concreto simple, se utiliza la condición de Máxima Eficiencia Hidráulica para el cálculo de la caja hidráulica del canal, de las cuales se tiene:

Según la Tabla N° 05 _____ $\frac{b}{y} = 0.828$

El inverso de este valor $\frac{y}{b} = 1.21$, lo ubicamos en la tabla N° 06 y en la intersección con $Z=1$, encontramos el valor de 2.84, interpolando entre 2.79 y 3.04

Según la fórmula de Manning se tiene:

$$\frac{Q \times \eta}{b^{8/3} \times S^{1/2}} \times 1.49 = 2.84$$

$$b^{8/3} = \frac{0.16 \times 0.017}{2.84 \times 0.0015^{1/2}} \times 1.49$$

$$b = 0.29 \text{ m}$$

El tirante será:

$$\frac{b}{y} = 0.828$$

$$y = \frac{0.29}{0.828}$$

$$y = 0.351 \text{ m}$$

Comprobando

Según la Tabla N°07, para una sección trapezoidal se tiene:

- Área Hidráulica es:

$$A = (b + Z.y).y$$

$$A = (0.29 + 1 \times 0.351) \times 0.351$$

$$A = 0.225 \text{ m}^2$$

- Perímetro Mojado es:

$$P = b + 2y\sqrt{(1 + Z^2)}$$

$$P = 0.29 + 2 \times 0.351\sqrt{1 + 1^2}$$

$$P = 1.282 \text{ m}$$

- El Radio Hidráulico es:

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0.225}{1.282}$$

$$R = 0.175 \text{ m}$$

Comprobando con la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{\eta}$$

$$Q = \frac{0.2611 \times 0.175^{2/3} \times 0.0015^{1/2}}{0.017}$$

$$Q = 0.161 \approx 0.16 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

Medidas constructivas a usar

Por medidas prácticas no se debe tomar una plantilla de 0.30 m., este valor lo redondeamos a 0.30 m. y con el nuevo tirante $y = 0.35$ m. se hace nuevamente la comprobación.

Comprobando:

- **Bordo Libre:**

$$f = y/3 = 0.35/3 \quad \approx \quad f = 0.12 \text{ m.}$$

- **Altura del canal:**

$$H = y + f = 0.35 + 0.12 \quad H = 0.47 \text{ m.}$$

Para medidas prácticas se considera la altura de la sección del canal será de $H=0.50$ m.

Según la Tabla N° 7, para una sección trapezoidal se tiene:

- Área Hidráulica es:

$$A = (b + Z.y).y$$

$$A = (0.30 + 1 \times 0.35) \times 0.35$$

$$A = 0.227 \text{ m}^2$$

- Perímetro Mojado es:

$$P = b + 2y\sqrt{(1 + Z^2)}$$

$$P = 0.30 + 2 \times 0.35\sqrt{1 + 1^2}$$

$$P = 1.290 \text{ m}$$

- El Radio Hidráulico es:

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0.227}{1.29}$$

$$R = 0.176 \text{ m}$$

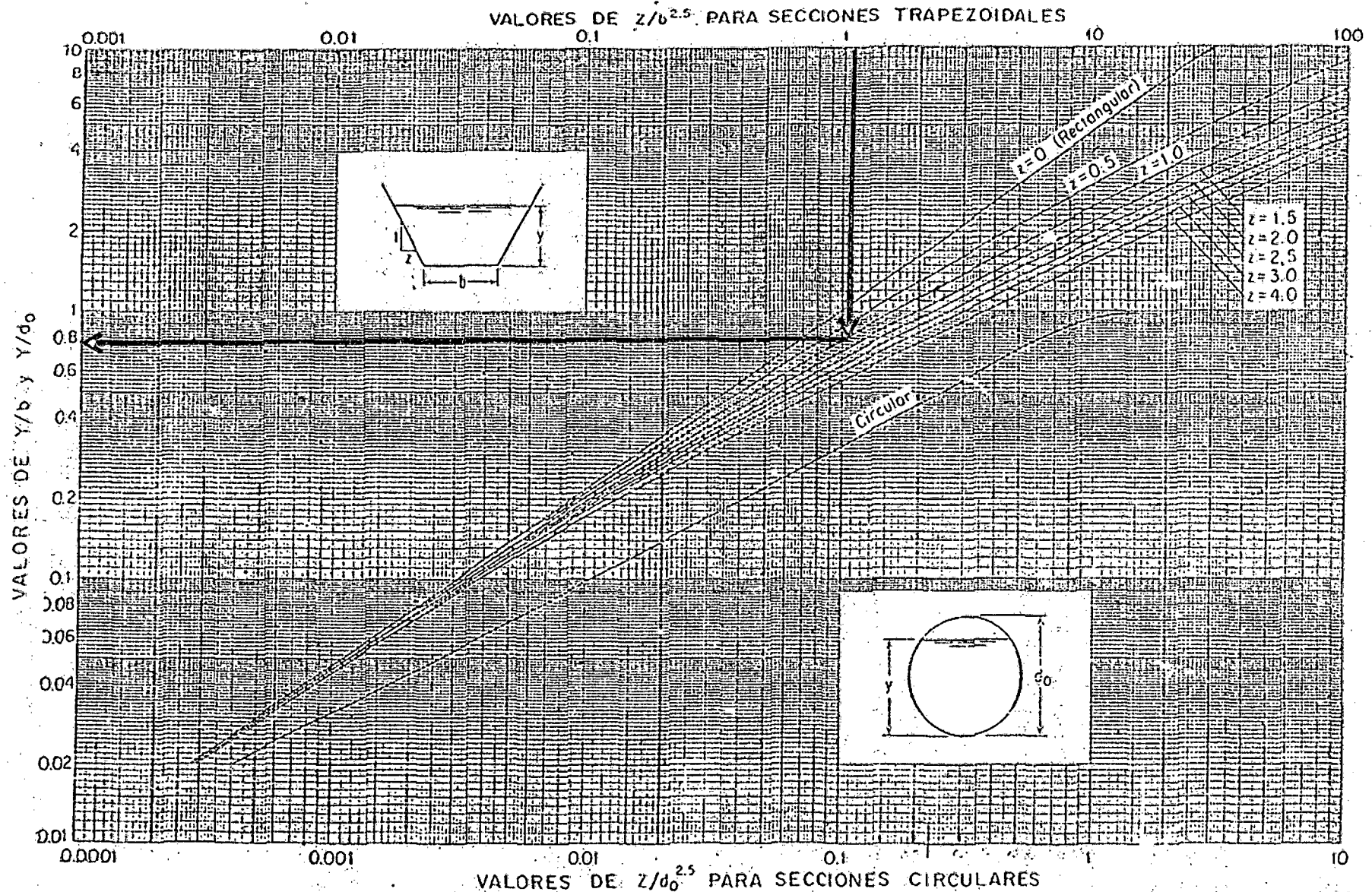
- Comprobando con la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{\eta}$$

$$Q = \frac{0.261 \times 0.176^{2/3} \times 0.0015^{1/2}}{0.017}$$

$$Q = 0.163 \approx 0.16 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

Gráfico N° 6, Curva para determinar el tirante critico



Características del flujo

De otro lado se debe tener presente que un canal de conducción debe funcionar en flujo **subcrítico**, luego el tirante crítico utilizando el gráfico N° 5 será:

$$Q = 0.16 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$g = 9.81 \text{ m}/\text{seg}^2$$

$$b = 0.30 \text{ m}$$

$$z = \frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{0.16}{\sqrt{9.81}}$$

$$z = 0.051$$

$$\frac{z}{b^{2.5}} = \frac{0.051}{0.30^{2.5}} = 1.03$$

Con esta relación y con el talud $Z = 1$, ingresamos al gráfico N° 5 y obtenemos el valor de y_c / b :

$$\frac{y_c}{b} = 0.80$$

$$y_c = 0.80 \times 0.30 = 0.24$$

Como $y_n > y_c$, cumple la primera condición para que el flujo sea subcrítico.

- La velocidad es:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.16}{0.227} \rightarrow V = 0.70 \text{ m} / \text{seg}$$

- Espejo de agua

$$T = b + 2.Z.y$$

$$T = 0.30 + 2(1)(0.35)$$

$$T = 1.00 \text{ m}$$

- Energía específica

$$E_p = y + \frac{V^2}{2g} = 0.35 + \frac{0.70^2}{2(9.81)}$$

$$E_p = 0.355 \text{ m} - \text{kg} / \text{kg}$$

- Número de Froude:

$$F = \frac{V}{\left(g \frac{A}{T}\right)^{1/2}}$$

$$F = \frac{0.70}{\left(9.81 \frac{0.227}{1.00}\right)^{1/2}}$$

$$F = 0.48$$

Como $F=0.48 < 1$, cumple la segunda condición para que el flujo sea subcrítico y Debido a que cumple con ambas condiciones (Tirante y N° de Froude), el flujo es **Subcrítico**.

Calculo de la Base Mayor del Canal

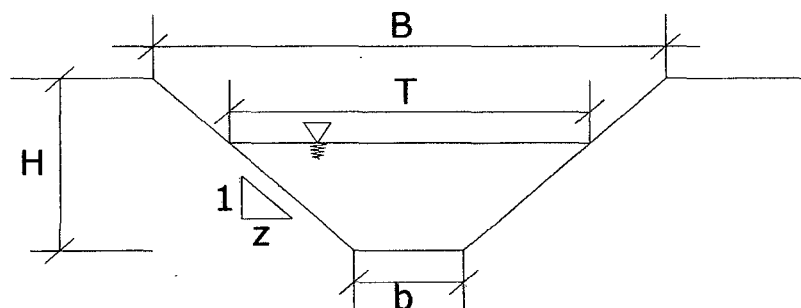
$$B = b + 2 \times Z \times H$$

$$B = 0.30 + 2(1)(0.50)$$

$$B = 1.30 \text{ m.}$$


CUADRO N° 9. Resumen de resultados de la alternativa N° 01

CARACTERÍSTICAS DEL CANAL LATERAL N° 8:			
GEOMÉTRICAS		HIDRÁULICAS	
Base menor	$b = 0.30 \text{ m}$	Caudal	$Q = 160 \text{ l/s (*)}$
Base mayor	$B = 1.30 \text{ m}$	Rugosidad	$n = 0.017$
Talud	$Z = 1$	Pendiente	$S = 0.0015$
Altura	$H = 0.50$	Velocidad de flujo	$V = 0.70 \text{ m/s}$
Revestimiento	$e = 0.10 \text{ m}$	Tirante de agua	$Y = 0.35 \text{ m}$
		Perímetro hidráulico	$P = 1.290 \text{ m.}$
		Radio hidráulico	$R = 0.176 \text{ m}$
		Área hidráulica.	$A = 0.227 \text{ m}^2$
		Tipo de flujo	Subcrítico

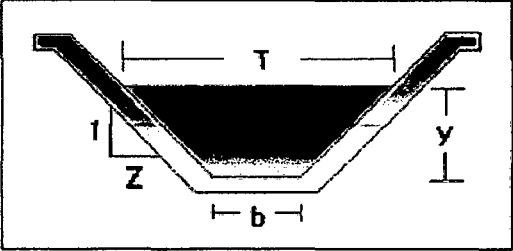


VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS CALCULADOS, CON EL PROGRAMA
Hcanales, Versión 2.0, de Máximo Villón Béjar.


Gráfico N° 7, DISEÑO CON REVESTIMIENTO DE CONCRETO
(Alternativa N° 01)


Lugar: <input type="text" value="San Pablo"/>	Proyecto: <input type="text" value="Rehab. Canal Lat N°08"/>	 Calculadora
Tramo: <input type="text" value="0+000 al 1+250"/>	Revestimiento: <input type="text" value="Concreto"/>	


Datos:	
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.16"/> m3/s
Talud (Z):	<input type="text" value="1"/>
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.017"/>
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.0015"/> m/m




Resultados:		
Tirante (y):	<input type="text" value="0.3503"/> m	Ancho de solera (b): <input type="text" value="0.2902"/> m
Perímetro (p):	<input type="text" value="1.2810"/> m	Area hidráulica (A): <input type="text" value="0.2244"/> m2
Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1751"/> m	Espejo de agua (T): <input type="text" value="0.9908"/> m
Velocidad (v):	<input type="text" value="0.7132"/> m/s	Número de Froude (F): <input type="text" value="0.4785"/>
Energía específica (E):	<input type="text" value="0.3762"/> m-Kg/Kg	Tipo de flujo: <input type="text" value="Subcrítico"/>


Ejecutar


Limpiar Pantalla


Imprimir


Menú Principal

Realiza la impresión de la pantalla

ALTERNATIVA N° 02:
(CANAL SIN REVESTIMIENTO)

Datos:

$Q_d = 0.16 \text{ m}^3/\text{seg}$ (Obtenido de la cedula de cultivo)

$\eta = 0.025$ (Tipo canal sin revestir)

$S = 0.0015$ (Obtenido del levantamiento Topográfico)

$Z = 1.5$ (Criterio del Tesista, talud estable canal sin revestir)

Desarrollo:

Para la condición de Sección Mínima Infiltración, se tiene:

Según la Tabla N° 05 _____ $\frac{b}{y} = 1.211$

El inverso de este valor $\frac{y}{b} = 0.825$, lo ubicamos en la tabla N° 06 y en la intersección con $Z=1.5$, encontramos el valor de 1.65, interpolando entre 1.63 y 1.71

Según la fórmula de Manning se tiene:

$$\frac{Q \times \eta}{b^{8/3} \times S^{1/2}} \times 1.49 = 1.65$$

$$b^{8/3} = \frac{0.16 \times 0.025}{1.65 \times 0.0015^{1/2}} \times 1.49$$

$$b = 0.411 \text{ m}$$

El tirante será:

$$\frac{b}{y} = 1.211$$

$$y = \frac{0.411}{1.211}$$

$$y = 0.339 \text{ m}$$

Comprobando

Según la Tabla N° 7, para una sección trapezoidal se tiene:

- Área Hidráulica es:

$$A = (b + Z \cdot y) \cdot y$$

$$A = (0.411 + 1 \times 0.339) \times 0.339$$

$$A = 0.312 \text{ m}^2$$

- Perímetro Mojado es:

$$P = b + 2y\sqrt{1 + Z^2}$$

$$P = 0.411 + 2 \times 0.339\sqrt{1 + 1.5^2}$$

$$P = 1.633 \text{ m}$$

- El Radio Hidráulico es:

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0.312}{1.633}$$

$$R = 0.191 \text{ m}$$

- Comprobando con la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{\eta}$$

$$Q = \frac{0.312 \times 0.191^{2/3} \times 0.0015^{1/2}}{0.025}$$

$$Q = 0.16 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

Medidas constructivas a usar

Por medidas prácticas no se debe tomar una plantilla de 0.411 m., este valor lo redondeamos a 0.40 m. y con el nuevo tirante $y = 0.34 \text{ m.}$ se hace nuevamente la comprobación.

Comprobando:

- **Bordo Libre:**

$$f=y/3 = 0.34/3 \approx f=0.113 \text{ m.}$$

- **Altura del canal:**

$$H = y + f = 0.34 + 0.11 \quad H = 0.45 \text{ m.}$$

Por medidas prácticas se considera la altura del canal $H = 0.45 \text{ m.}$

Según la Tabla N° 7, para una sección trapezoidal se tiene:

- **Área Hidráulica es:**

$$A = (b + Z \cdot y) \cdot y$$

$$A = (0.40 + 1 \times 0.34) \times 0.34$$

$$A = 0.309 \text{ m}^2$$

- **Perímetro Mojado es:**

$$P = b + 2y\sqrt{(1 + Z^2)}$$

$$P = 0.40 + 2 \times 0.34\sqrt{1 + 1.5^2}$$

$$P = 1.626 \text{ m}$$

- **El Radio Hidráulico es:**

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0.309}{1.626}$$

$$R = 0.19 \text{ m}$$

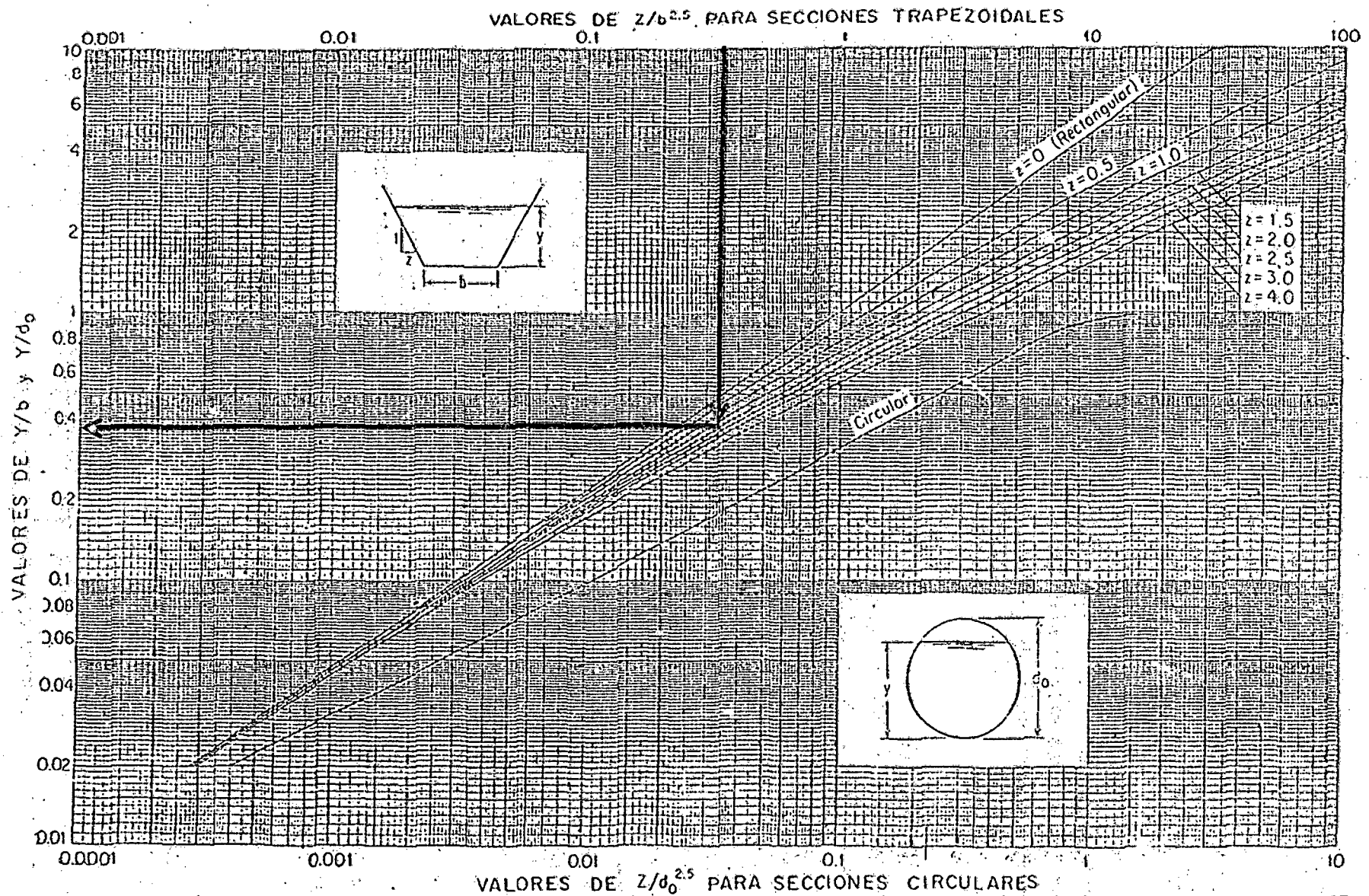
- **Comprobando con la fórmula de Manning:**

$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{\eta}$$

$$Q = \frac{0.309 \times 0.19^{2/3} \times 0.0015^{1/2}}{0.025}$$

$$Q = 0.159 \approx 0.16 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

Gráfico N° 8, Curva para determinar el tirante crítico



Características del flujo

De otro lado se debe tener presente que un canal de conducción no debe funcionar en flujo supercrítico, luego el tirante crítico utilizando el Gráfico N° 6 será:

$$Q = 0.16 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$g = 9.81 \text{ m}/\text{seg}^2$$

$$b = 0.40 \text{ m}$$

$$z = \frac{Q}{\sqrt{g}} = \frac{0.16}{\sqrt{9.81}}$$

$$z = 0.051$$

$$\frac{z}{b^{2.5}} = \frac{0.051}{0.40^{2.5}} = 0.505$$

Con esta relación y con el talud $Z = 1.5$, ingresamos al gráfico N° 6 y obtenemos el valor de y_c / b :

$$\frac{y_c}{b} = 0.39$$

$$y_c = 0.39 \times 0.40 = 0.16$$

Como $y_n > y_c$, cumple la primera condición para que el flujo sea subcrítico

- La velocidad es:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.16}{0.312} \rightarrow V = 0.51 \text{ m} / \text{seg}$$

- Espejo de agua

$$T = b + 2.Z.y$$

$$T = 0.40 + 2(1.5)(0.34)$$

$$T = 1.42 \text{ m}$$

- Energía específica

$$E_p = y + \frac{V^2}{2g} = 0.16 + \frac{0.51^2}{2(9.81)}$$

$$E_p = 0.353 \text{ m} - \text{kg} / \text{kg}$$

- Número de Froude:

$$F = \frac{V}{\left(g \frac{A}{T}\right)^{1/2}}$$
$$F = \frac{0.51}{\left(9.81 \frac{0.312}{1.42}\right)^{1/2}}$$
$$F = 0.35 < 1$$

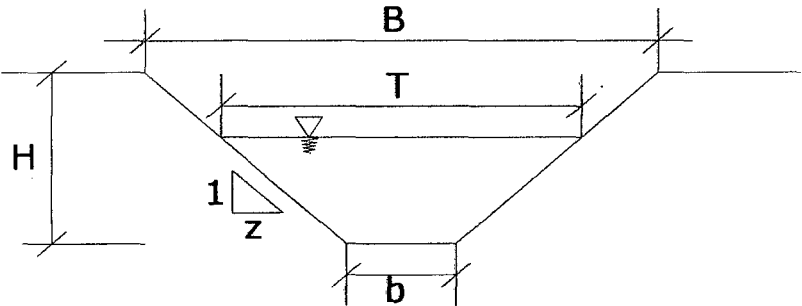
F=0.35<1 --- cumple la segunda condición para que el flujo sea subcrítico y Debido a que cumple las dos condiciones (Tirante y N° de Froude), el flujo es **Subcrítico**.

Calculo de la Base Mayor del Canal

$$B = b + 2 \times Z \times H$$
$$B = 0.40 + 2(1.5)(0.45)$$
$$B = 1.75 \text{ m.}$$

CUADRO N° 10. Resumen de resultados alternativa N° 02


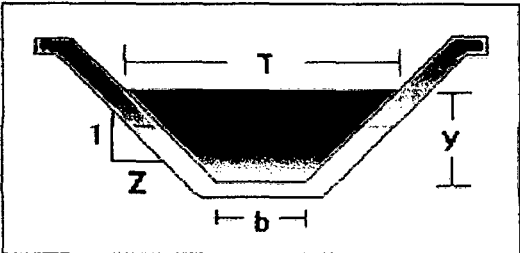




CARACTERÍSTICAS DEL CANAL LATERAL N° 8:			
GEOMÉTRICAS		HIDRÁULICAS	
Base menor	b = 0.40 m	Caudal	Q = 160 l/s (*)
Base mayor	B = 1.75 m	Rugosidad	n = 0.025
Talud	Z = 1.5	Pendiente	S = 0.0015
Altura	H = 0.45	Velocidad de flujo	V = 0.51 m/s
Revestimiento	Natural	Tirante de agua	Y = 0.34 m
		Perímetro hidráulico	P = 1.63 m.
		Radio hidráulico	R = 0.191 m
		Área hidráulica.	A = 0.312 m2
		Tipo de flujo	Subcrítico



VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS CALCULADOS, CON EL PROGRAMA
Hcanales, Versión 2.0, de Máximo Villón Béjar.

Gráfico N° 9, DISEÑO SIN REVESTIMIENTO
(Alternativa N° 02)

5

Lugar: <input type="text" value="San Pablo"/>	Proyecto: <input type="text" value="Rehab. Canal Lat N°08"/>	 Calculadora	
Tramo: <input type="text" value="0+000 al 1+250"/>	Revestimiento: <input type="text" value="Natural"/>		
Datos:			
Caudal (Q): <input type="text" value="0.16"/>	m3/s		
Talud (Z): <input type="text" value="1.5"/>			
Rugosidad (n): <input type="text" value="0.025"/>			
Pendiente (S): <input type="text" value="0.0015"/>	m/m		
Resultados:			
Tirante (y): <input type="text" value="0.3390"/>	m	Ancho de solera (b): <input type="text" value="0.4106"/>	m
Perímetro (p): <input type="text" value="1.6329"/>	m	Area hidráulica (A): <input type="text" value="0.3116"/>	m2
Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.1908"/>	m	Espejo de agua (T): <input type="text" value="1.4276"/>	m
Velocidad (v): <input type="text" value="0.5135"/>	m/s	Número de Froude (F): <input type="text" value="0.3509"/>	
Energía específica (E): <input type="text" value="0.3525"/>	m-Kg/Kg	Tipo de flujo: <input type="text" value="Subcrítico"/>	
<div><div> Ejecutar</div><div> Limpiar Pantalla</div><div> Imprimir</div><div> Menú Principal</div></div>			
Realiza la impresión de la pantalla			

3.2.5.3. Diseño estructural de las obras de arte.

3.2.5.3.1. Generalidades

Para el análisis estructural de la alcantarilla, se realizará la idealización de la estructura como un pórtico con un apoyo fijos y el otro móvil en la base y columnas (paredes laterales), ya que este es el modelo que se aproxima a la realidad; aunque lo correcto sería idealizarlo sin ningún apoyo, pero si así lo haríamos, éste resultaría una estructura totalmente inestable que no podríamos analizar.

El diseño estructural de la alcantarilla se realizará mediante el método de rotura, debido a que esta estructura no necesita mayor seguridad como aquellas que están destinadas al uso directo de las personas, en las cuales se toman medidas más seguras para evitar poner en riesgo la vida de las mismas.

Las características del método de rotura son:

Hace uso de las cargas de servicio que va a soportar la estructura por diseñar.

Considera al concreto y al acero trabajando a determinados esfuerzos de trabajo dentro del rango de rotura del material.

F'_c admisible = $0.45f'_c$ y F'_s admisible = $0.40 F'_y$

Está claro que cuando un elemento de concreto armado va a colapsar o está cerca de ella, los esfuerzos dejan de ser proporcionales a las deformaciones unitarias. Si la distribución de los esfuerzos de compresión del concreto en la carga última o cerca de ella, tuviera una forma bien definida e invariable, parabólica, trapezoidal u otra, sería posible desarrollar una teoría racional y directa para la resistencia última a flexión, al igual que la teoría elástica con su forma triangular de distribución de esfuerzos.

Para calcular el M_u o M_n (momento último nominal), se desea disponer de un método para el cual la estructura fallara bien sea por fluencia del acero sometido a tensión o por aplastamiento del concreto en la fibra extrema a compresión.

CUADRO N° 11. Relación de Obras de Arte Proyectadas

OBRAS DE ARTE PROYECTADAS CANAL LATERAL N° 8		
N°	UBICACIÓN	TIPO
1	Km 00 + 060	Toma parcelaria derecha
2	Km 00 + 250	Toma parcelaria derecha
3	Km 00 + 650	Alcantarilla en camino de servicio
4	Km 00 + 650	Partidor simple
5	Km 01 + 250	Toma parcelaria izquierda

DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA ALCANTARILLA.

DISEÑO ESTRUCTURAL TOMA PARCELARIA C°A° 0.70 x 0.85 m.

TESIS : "REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL N° 8, MARGEN IZQUIERDA IRRIGACIÓN SISA -
DISTRITO DE SAN PABLO - PROVINCIA DE BELLAVISTA - SAN MARTÍN"

FECHA : AGOSTO 2011

3.2.5.3.1.1.- GENERALIDADES:

Se ha proyectado tomas parcelarias de concreto armado, en el sentido transversal del eje del canal lateral obtenida según las condiciones topográficas del terreno, esta estructura permitira la conduccion del agua a las parcelas o area de riego

Se diseñará con cargas muerta, viva y esfuerzos del terreno. El diseño se hará a la rotura y se verificará por servicio, siguiendo las especificaciones ACI.

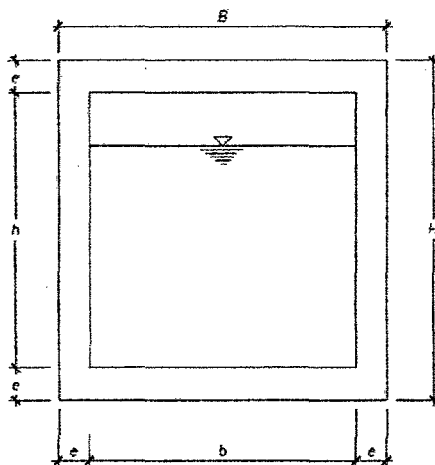
3.2.5.3.2 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA TOMA PARCELARIA:

se determinó la longitud de la toma parcelaria de tal forma para poder maniobrar el operadro al momento de abrir o cerrar la compuerta de la toma parcelaria, el análisis hidráulico se determinó las características geométricas de la sección con el Programa de cálculo H Canales del Ing° Máximo Villón Bejar, como se detalla a continuación:

3.2.5.3.2.1.- GEOMETRÍAS:

Ancho de la toma parcelaria (B)	:	0.70 m.
Altura de la toma parcelaria (H)	:	0.85 m.
Ancho interno (b)	:	0.40 m.
Altura interna (h)	:	0.55 m.
Espesor de muros y losas (e)	:	0.15 m.
Longitud de toma parcelaria (L)	:	1.50 m.
Tirante normal de agua (y)	:	0.40 m.

GAFICO N° 20, SECCIÓN ASUMIDA



3.2.5.3.3.- MATERIALES:

Concreto armado:

Resistencia a la compresión (f_c) : 175 Kg/cm²

Esfuerzo permisible en compresión (F_c) : 78.75 Kg/cm²

$$F_c = 0.45 \cdot f_c$$

Módulo de elasticidad del concreto : 198,431.00 Kg/cm²

$$E_c = 15,000 \cdot (f_c)^{1/2}$$

Acero con Esfuerzo:

Resistencia a la fluencia (f_y) : 4200 Kg/cm²

Esfuerzo admisible en tracción : 1680 Kg/cm²

$$F_s = 0.40 \cdot f_y$$

Módulo de elasticidad del acero : 2100000 Kg/cm²

Peso Específico de Materiales:

Concreto armado : 2.40 Tn/m³

3.2.5.3.4.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Altura de relleno (ht) : 0.20 m.

Peso específico mat. Relleno (Pe) : 1.75 T/m³.

Angulo de fricción (ϕ) : 25.00

3.2.5.3.5.- PROCEDIMIENTO DE CALCULO:

3.2.5.3.5.1.- METRADOS DE CARGAS

Losa superior:

p.p. Losa superior = 0.48 Tn/ml

p.p = $2.4 \cdot 0.2 \cdot 1.00$

p.p. Terraplén = 0.35 Tn/ml

p.p. = $1.75 \cdot 0.2 \cdot 1.00$

W_D	=	0.83 Tn/ml
----------------------	---	-------------------

P₁	=	8.00 Tn
----------------------	---	----------------

W_L	=	0.20 Tn/ml
----------------------	---	-------------------

Losa inferior:

p.p. Estructura = 1.54 Tn

p.p = $(2 \cdot 0.9 \cdot 0.2 + 2 \cdot 0.7 \cdot 0.2) \cdot 2.4$

p.p. Carga viva = 8.00 Tn

$$\begin{aligned} \text{p.p. Agua (tirante normal)} &= 0.39 \text{ Tn} \\ \text{p.p} &= 0.55 * 1.00 * 1000 * 0.7 \end{aligned}$$

$$W = 9.92 \text{ Tn}$$

Reacción del Terreno:

$$R_t = 9.92 / (0.9 - 0.2) = 14.17 \text{ Tn/ml}$$

W2	=	14.17 Tn/ml
-----------	---	--------------------

Sobre los muros laterales:

$$K_a = \tan^2 30^\circ = 0.334 \text{ kg/ml}$$

$$P1 = 0.334 * 1.75 * 0.2$$

P1	=	0.12 Tn/ml
-----------	---	-------------------

$$P2 = 0.334 * 1.75 * (0.2 + (0.7 + 0.2))$$

P2	=	0.64 Tn/ml
-----------	---	-------------------

Diagrama de Cargas Finales:

Factor de carga:

$$Wu1 = 1.50 Wd$$

W1	=	1.25 Tn/ml
W2	=	21.26 Tn/ml
P1	=	0.18 Tn/ml
P2	=	0.96 Tn/ml

$$Wu1 = 1.5 Wd + 1.8 W_L$$

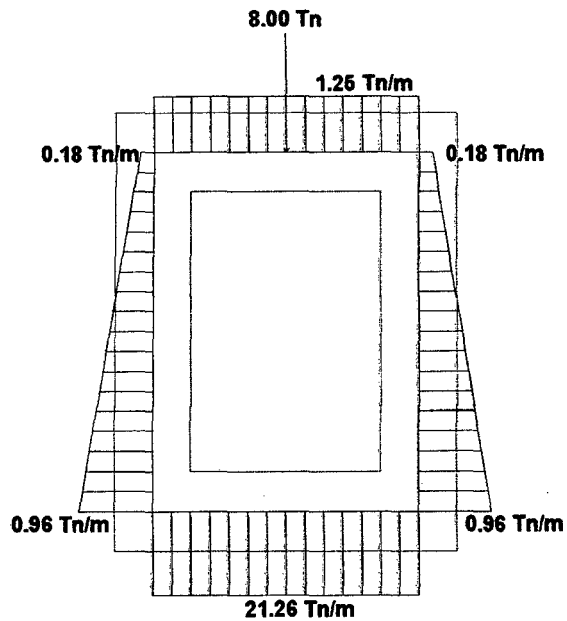
W1	=	1.61 Tn/ml
W2	=	21.26 Tn/ml
P1	=	0.18 Tn/ml
P2	=	0.96 Tn/ml

$W_D = \text{Carga Muerta}$

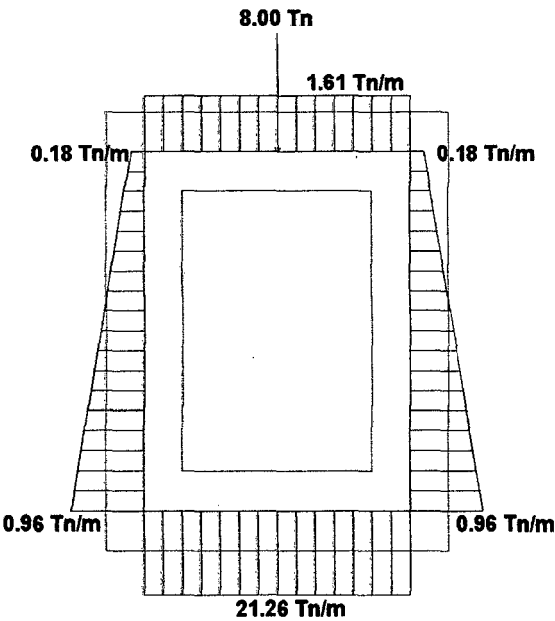
$W_L = \text{Carga Viva}$

Diagrama de Esfuerzos:

GAFICO N° 11, PRIMER ESTADO DE CARGA

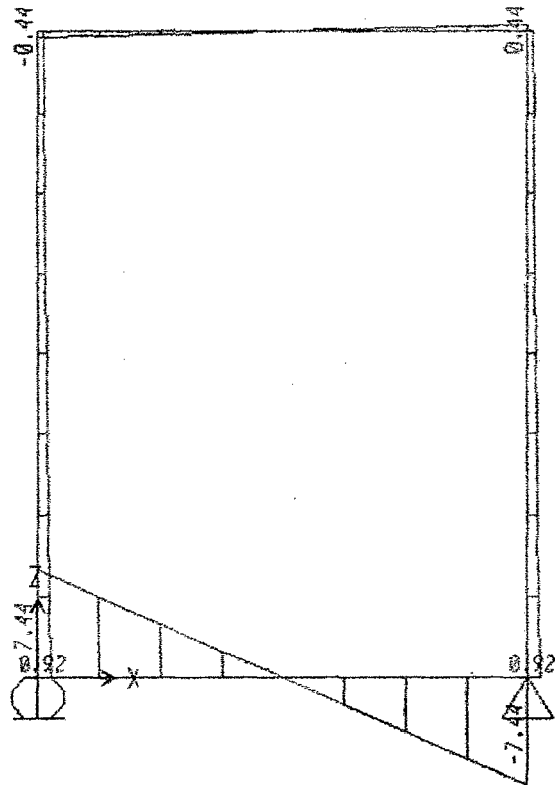


GAFICO N° 12, SEGUNDO ESTADO DE CARGA

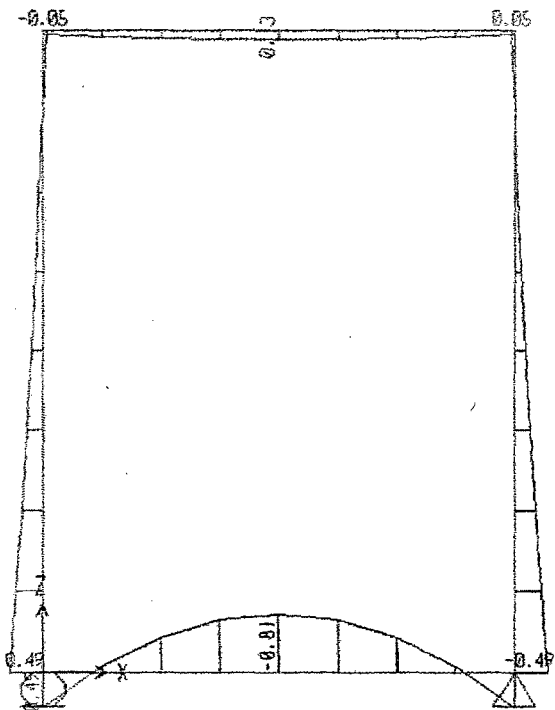


PRIMER ESTADO DE CARGAS

GAFICO N° 13, DIAGRAMA DE CORTANTES

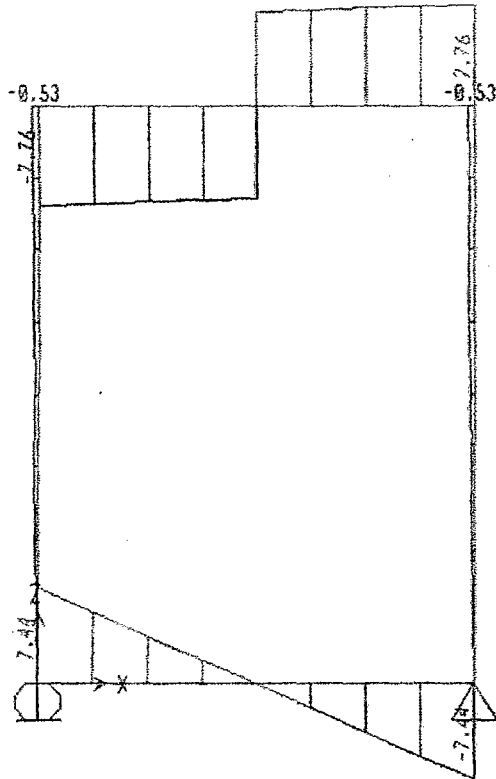


GAFICO N° 14, DIAGRAMA DE MOMENTOS

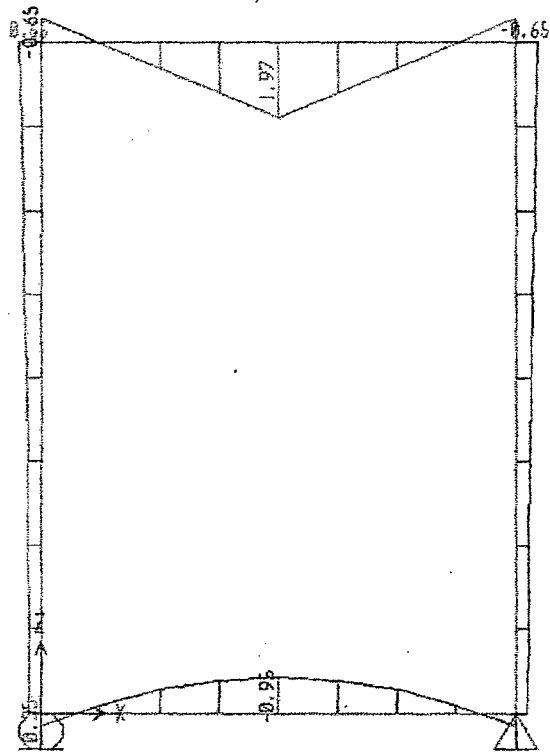


SEGUNDO ESTADO DE CARGAS

GAFICO N° 15, DIAGRAMA DE CORTANTES

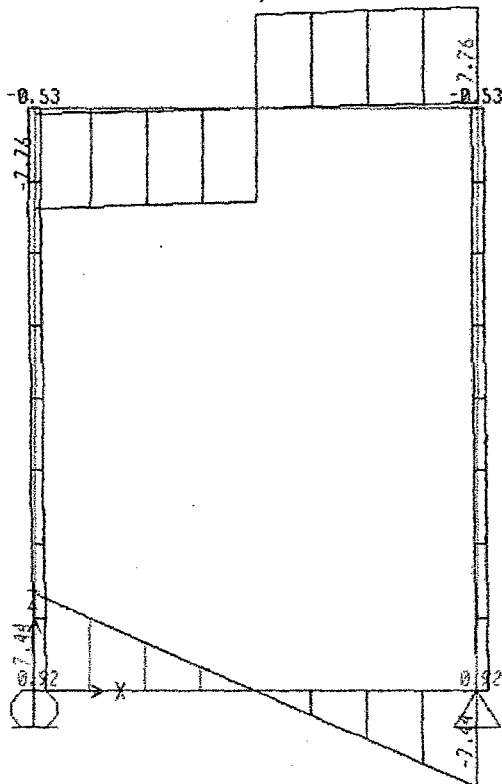


GAFICO N° 16, DIAGRAMA DE MOMENTOS

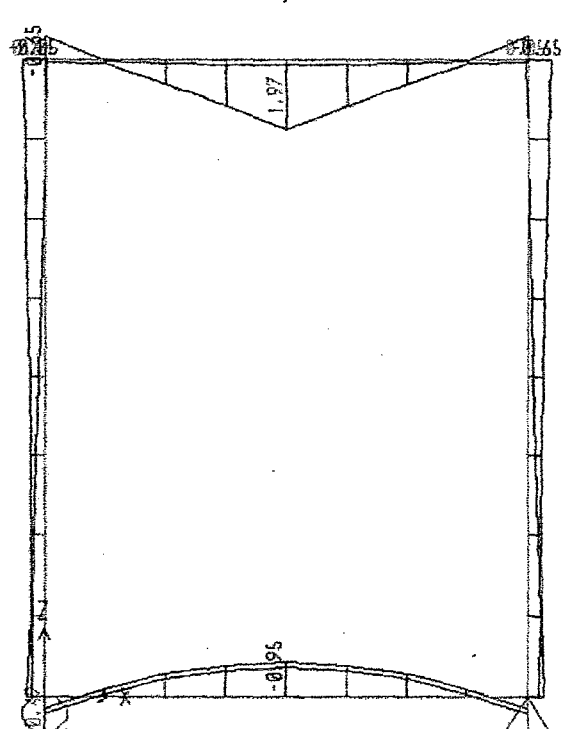


TERCER ESTADO DE CARGAS: ENVOLVENTE

GAFICO N° 17, DIAGRAMA DE CORTANTES



GAFICO N° 18, DIAGRAMA DE MOMENTOS



3.2.5.3.5.2. CÁLCULO DEL ÁREA DE ACERO

Cálculo del peralte efectivo:

Asumiendo un acero principal $\varnothing 1/2" = 1.27$ cm.

$$d = H - d_c$$

$$\text{ree.} = 3.50 \text{ cm}$$

$$\varnothing \text{ asumido} \rightarrow 3/8$$

$$d_c = (\text{ree.} + \varnothing \text{ asumido})/2$$

$$d_c = 3.5 + 0.98 / 2 = 3.990 \text{ cm}$$

Entonces el peralte efectivo será:

$$d = 20 - 3.99 = 16.01 \text{ cm}$$

Verificación del peralte con el mayor momento:

$$M_r = 1.97 \text{ Ton-m}$$

Cálculo de r:

$$r = \frac{f_s}{f_c}$$

$$r = 1680 / 78.75 = 21.330$$

Cálculo de n:

$$n = \frac{2100000}{15000 \sqrt{f'_c}}$$

$$n = 2100000 / 198431 = 10.580$$

Cálculo de k:

$$k = \frac{n}{(n + r)}$$

$$k = 10.58 / (10.58 + 21.33) = 0.330$$

Cálculo de j:

$$j = 1 - \frac{k}{3}$$

$$j = 1 - (0.33 / 3) = 0.8900$$

Cálculo del peralte mínimo:

$$d_{\min} = \sqrt{\frac{2M_r * 100000}{f_c * k * j * b}}$$

$$d_{\min} = \text{RAIZ}(2 * 1.97 / 78.75 * 0.33 * 0.89 * 100) = 13.05 \text{ cm}$$

i Espesor correcto $d_{\min} < d$!

3.2.5.3.5.3 - VERIFICACIÓN POR CORTANTE

a.- Cortante admisible:

$$V_{ud} = \frac{V_{ud}}{\phi}$$

$$V_r = 7.76 \text{ Ton}$$

$$V_{ud} = 7.76 / 0.85$$

$$V_{ud} = 9.13 \text{ Ton.}$$

b.- Cortante máximo:

$$V_{max} = 2.10 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_{max} = 2.10 * \text{RAIZ}(175) * 100 * 16.01$$

$$V_{max} = 44.48 \text{ Ton.}$$

c.- Esfuerzo admisible del concreto:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_c = 0.53 * \text{RAIZ}(175) * 100 * 16.01$$

$$V_c = 11.225 \text{ tn.}$$

$V_c > V_{ud}$

! No necesita estribos !

3.2.5.3.5.4 - CÁLCULO DEL ÁREA DE ACERO LOSA SUPERIOR

A.- Cálculo del área de acero en los nudos

$$M(-) = 0.65 \text{ Ton-m}$$

Se calculará por diseño de rotura:

$$A_s = \frac{M_{nr}}{f_y * (d - \frac{a}{2})}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'c * b}$$

$$a = 0.277$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$A_s = 0.65 * 100000 / (4200 * 16.01 - 0.277 / 2) = 0.98 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.98 * 4200 / (0.85 * 175 * 100) = 0.277$$

Cálculo del área de acero mínimo en losas:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0015 * 100 * 16.01$$

$$A_{s \text{ min}} = 2.40 \text{ cm}^2$$

$$\text{Tomamos el mayor} = 2.40 \text{ cm}^2$$

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

Ø acero →

3/8

$$As/Ab = 2.4015 / 0.71$$

$$\text{Nº de varillas} = 3$$

Espaciamiento del acero:

$$S = \frac{Ab * 100}{As}$$

$$S = 0.71 * 100 / 2.4015 = 29.56 \text{ cm}$$

Usaremos:

$$3/8" @ 25.00 \text{ cm.}$$

CHEQUEO POR AGRIETAMIENTO

Módulo de elasticidad del concreto:

$$\frac{Ec}{1 + C_1}$$

$$Ec = 15000 \sqrt{f'c}$$

C₁ = Tiene en cuenta el flujo plástico

$$C_1 = 1.00$$

$$Ec = 198431.35 \text{ kg/cm}^2$$

$$Es = 2100000.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_{ce} = \frac{Ec}{2}$$

$$n = \frac{Es}{E_{ce}}$$

$$E_{ce} = 99215.67$$

$$n = 21.17$$

Cuantía de Acero con el nuevo espaciamento:

$$\delta = \frac{As}{b * d}$$

$$As = \frac{Ab}{S}$$

$$As = 2.84 \text{ cm}^2$$

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

Ø acero →

3/8

$$As/Ab = 2.84 / 0.71$$

$$\text{Nº de varillas} = 4$$

$$\delta = 0.00177$$

$$fc = \frac{f_s k}{n(1 - k)}$$

$$K = (\delta^2 n^2 + 2\delta n)^{1/2} - \delta n$$

Cálculo de K:

$$K = (0.0000031329 * 448.1689 + 2 (0.00177 * 21.17)^{0.5}) - 0.00177 * 21.17$$

$$K = 0.239$$

Cálculo de Jd:

$$Jd = d(1 - \frac{K}{3})$$

$$Jd = 16.01 (1 - 0.239 / 3)$$

Jd = 14.73

Cálculo de fs:

$$fs = \frac{Ms}{A_s * Jd}$$

$$fs = 0.65 * 100000 / (2.84 * 14.73)$$

fs = 1553.79 Kg/cm2

Pero fs no será > 1680 Kg/cm2

Cálculo de fc:

$$fc = \frac{fs * K}{n(1 - K)}$$

$$fc = 1680 * 0.239 / (21.17 * (1 - 0.239))$$

fc = 24.92 Kg/cm2

Pero fc no será > 78.75 Kg/cm2

*Esfuerzos admisibles:

Compresión en el concreto : $0.45f_c = 78.75 \text{ Kg/cm}^2$

Tracción en el acero : $0.40f_y = 1680 \text{ Kg/cm}^2$

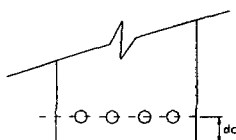
*Cálculo del ancho de grieta:

$$w = 1.1 f_{scara} \sqrt[3]{dc * A} \leq 30,000$$

$$\frac{f_{scara}}{H - Kd} = \frac{f_s}{d - Kd} \Rightarrow f_{scara} = f_s \frac{(H - Kd)}{d - Kd}$$

$$f_{scara} = 1680 * (0.2 * 100 - 0.239 * 16.01) / (16.01 - 0.239 * 16.01)$$

fscara = 2230.18 Kg/cm2



$$A = \frac{2 * dc * b}{N^{\circ} \text{ de varillas}}$$

dc = centro de gravedad a la primera capa

$$A = 2 * 3.99 * 100 / 4$$

$A =$	199.5 cm²
-------	-----------------------------

$$w = 1.10 * 2230.18 * (3.99 * 199.5) ^ {1/3}$$

$w =$	22684.94
-------	-----------------

El ancho de grieta no será mayor de 30,000

Pero : $w < 30,000.00$

Entonces =	22684.94 ok!	¡CUMPLE!
-------------------	---------------------	-----------------

Por lo tanto:

Usaremos:

3/8"	@	0.25 m.
-------------	----------	----------------

B. Cálculo del área de acero principal

$M(+)$	=	1.97	Ton-m
--------	----------	-------------	--------------

Se calculará por diseño de rotura:

$$As = \frac{Mnr}{fy * (d - \frac{a}{2})}$$

$$a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$$

$$a = 0.850$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$As = 1.97 * 100000 / (4200 * 16.01 - 0.85 / 2)$	=	3.01 cm²
--------------------------------------------------	----------	----------------------------

$$a = 3.01 * 4200 / (0.85 * 175 * 100) = 0.850$$

Cálculo del área de acero mínimo en losas:

$$As \text{ min} = 0.0018 * 100 * 16.01$$

As min	=	2.88 cm²
---------------	----------	----------------------------

Tomamos el mayor	=	3.01 cm²
-------------------------	----------	----------------------------

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

$$\varnothing \text{ acero} \rightarrow 4/8$$

$$As/Ab = 3.01 / 1.29$$

Nº de varillas =	2
-------------------------	----------

Espaciamiento del acero:

$$S = \frac{Ab * 100}{As}$$

$S = 1.29 * 100 / 3.01$	=	42.86 cm
-------------------------	----------	-----------------

Usaremos:

1/2"	@	25.00 cm.
-------------	----------	------------------

CHEQUEO POR AGRIETAMIENTO

Módulo de elasticidad del concreto:

$$\frac{E_c}{1+C_t}$$

$$E_c = 15000 \sqrt{f'c}$$

C_t = Tiene en cuenta el flujo plástico

$$C_t = 1.00$$

$$E_c = 198431.35 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_s = 2100000.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_{ce} = \frac{E_c}{2}$$

$$n = \frac{E_s}{E_{ce}}$$

$$E_{ce} = 99215.67$$

$$n = 21.17$$

Cuantía de Acero con el nuevo espaciamiento:

$$\delta = \frac{A_s}{b \cdot d}$$

$$A_s = \frac{A_b}{S}$$

$$A_s = 5.16 \text{ cm}^2$$

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

Ø acero →

4/8

$$A_s/A_b = 5.16 / 1.29$$

$$\text{N}^\circ \text{ de varillas} = 4$$

$$\delta = 0.00322$$

$$f_c = \frac{f_s k}{n(1-k)}$$

$$K = (\delta^2 n^2 + 2\delta n)^{1/2} - \delta n$$

Cálculo de K:

$$K = (0.0000103684 \cdot 448.1689 + 2 (0.00322 \cdot 21.17)^{0.5}) - 0.00322 \cdot 21.17$$

$$K = 0.307$$

Cálculo de Jd:

$$Jd = d \left(1 - \frac{K}{3}\right)$$

$$Jd = 16.01 (1 - 0.307 / 3)$$

$$Jd = 14.37$$

Cálculo de fs:

$$f_s = \frac{M_s}{A_s \cdot Jd}$$

$$f_s = 1.97 \cdot 100000 / (5.16 \cdot 14.37)$$

$$f_s = 2656.81 \text{ Kg/cm}^2$$

Pero f_s no será > 1680 Kg/cm²

Cálculo de fc:

$$f_c = \frac{f_s * K}{n(1 - K)}$$

$$f_c = 1680 * 0.307 / (21.17 * (1 - 0.307))$$

fc = 35.16 Kg/cm2

Pero fc no será > 78.75 Kg/cm2

***Esfuerzos admisibles:**

Compresión en el concreto : 0.45fc = 78.75 Kg/cm2

Tracción en el acero : 0.40fy = 1680 Kg/cm2

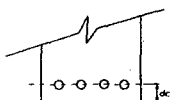
***Cálculo del ancho de grieta:**

$$w = 1.1 f_{scara} \sqrt[3]{dc * A} \leq 30,000$$

$$\frac{f_{scara}}{H - Kd} = \frac{f_s}{d - Kd} \Rightarrow f_{scara} = f_s \frac{(H - Kd)}{d - Kd}$$

$$f_{scara} = 1680 * (0.2 * 100 - 0.307 * 16.01) / (16.01 - 0.307 * 16.01)$$

fscara = 2284.17 Kg/cm2



$$A = \frac{2 * dc * b}{N^{\circ} de varillas}$$

dc = centro de gravedad a la primera capa

$$A = 2 * 3.99 * 100 / 4$$

A = 199.50 cm2

$$w = 1.10 * 2284.17 * (3.99 * 199.5)^{1/3}$$

w = 23234.11

El ancho de grieta no será mayor de 30,000

Pero : w < 30,000.00

Entonces = 23234.11 ok! ¡CUMPLE!

Por lo tanto:

Usaremos:

1/2" @ 0.25 m.

C. Acero de Repartición en losa

$$A_r = 0.55 * \frac{A_s}{\sqrt{L}}$$

As = Acero principal

L = Luz de cálculo

$$A_r = 0.55 * 5.16 / 0.837$$

Ar	=	3.39	cm2
----	---	------	-----

Cálculo del área de acero mínimo en losas:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 * 100 * 16.01$$

As min	=	2.88	cm2
--------	---	------	-----

Tomamos el mayor	=	3.39	cm2
------------------	---	------	-----

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

Ø acero →

3/8

$$A_s / A_b = 3.39 / 0.71$$

Nº de varillas	=	5
----------------	---	---

Espaciamiento del acero:

$$S = \frac{A_b * 100}{A_s}$$

S = 0.71 * 100 / 3.39	=	20.94	cm
-----------------------	---	-------	----

Usaremos:

3/8"	@	20.00	cm.
------	---	-------	-----

D. Acero de Temperatura

Cálculo del área de acero mínimo en losas:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 * 100 * 16.01$$

As min	=	2.88	cm2
--------	---	------	-----

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

Ø acero →

3/8

$$A_s / A_b = 2.88 / 0.71$$

Nº de varillas	=	4
----------------	---	---

Espaciamiento del acero:

$$S = \frac{A_b * 100}{A_s}$$

S = 0.71 * 100 / 2.88	=	24.65	cm
-----------------------	---	-------	----

Usaremos:

3/8"	@	20.00	cm.
------	---	-------	-----

3.2.5.3.5.5. CÁLCULO DEL ÁREA DE ACERO LOSA INFERIOR Y MUROS

A. Cálculo del área de acero en los muros

$$M(-) = 0.49 \text{ Ton-m}$$

Se calculará por diseño de rotura:

$$A_s = \frac{M_{nr}}{f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)}$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$a = 0.206$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$A_s = 0.49 \cdot 100000 / (4200 \cdot (16.01 - 0.206 / 2)) = 0.73 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.73 \cdot (0.85 \cdot 175 \cdot 100) = 0.206$$

Cálculo del área de acero mínimo en losas:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 \cdot 100 \cdot 16.01$$

$$A_{s \text{ min}} = 2.88 \text{ cm}^2$$

$$\text{Tomamos el mayor} = 2.88 \text{ cm}^2$$

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

$$\emptyset \text{ acero} \rightarrow 3/8$$

$$A_s / A_b = 2.8818 / 0.71$$

$$\text{N}^\circ \text{ de varillas} = 4$$

Espaciamiento del acero:

$$S = \frac{A_b \cdot 100}{A_s}$$

$$S = 0.71 \cdot 100 / 2.8818 = 24.64 \text{ cm}$$

Usaremos:

$$3/8" @ 20.00 \text{ cm.}$$

CHEQUEO POR AGRIETAMIENTO

Módulo de elasticidad del concreto:

$$\frac{E_c}{1 + C_t}$$

$$E_c = 15000 \sqrt{f'_c}$$

C_t = Tiene en cuenta el flujo plástico

$$C_t = 1.00$$

$$E_c = 198431.35 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_s = 2100000.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_{ce} = \frac{E_c}{2}$$

$$n = \frac{E_s}{E_{ce}}$$

$$E_{ce} = 99215.67$$

$$n = 21.17$$

Cuantía de Acero con el nuevo espaciamiento:

$$\delta = \frac{A_s}{b \cdot d} \quad A_s = \frac{A_b}{S}$$

$A_s =$	3.55 cm^2
---------	---------------------

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

Ø acero → 3/8

$$A_s/A_b = 3.55 / 0.71$$

Nº de varillas =	5
------------------	---

$\delta =$	0.00222
------------	---------

$$f_c = \frac{f_s k}{n(1-k)}$$

$$K = (\delta^2 n^2 + 2\delta n)^{1/2} - \delta n$$

Cálculo de K:

$$K = (0.0000049284 \cdot 448.1689 + 2 (0.00222 \cdot 21.17)^{0.5}) - 0.00222 \cdot 21.17$$

K =	0.263
-----	-------

Cálculo de Jd:

$$Jd = d \left(1 - \frac{K}{3}\right)$$

$$Jd = 16.01 (1 - 0.263 / 3)$$

Jd =	14.61
------	-------

Cálculo de fs:

$$f_s = \frac{M_s}{A_s \cdot Jd}$$

$$f_s = 0.49 \cdot 100000 / (3.55 \cdot 14.61)$$

fs =	944.75 Kg/cm ²
------	---------------------------

Pero fs no será > 1680 Kg/cm²

Cálculo de fc:

$$f_c = \frac{f_s \cdot K}{n(1-K)}$$

$$f_c = 1680 \cdot 0.263 / (21.17 \cdot (1 - 0.263))$$

fc =	28.32 Kg/cm ²
------	--------------------------

Pero fc no será > 78.75 Kg/cm²

***Esfuerzos admisibles:**

Compresión en el concreto	:	0.45fc =	78.75 Kg/cm ²
Tracción en el acero	:	0.40fy =	1680.00 Kg/cm ²

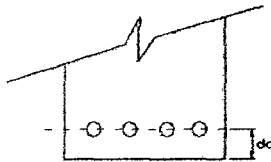
***Cálculo del ancho de grieta:**

$$w = 1.1 f_{scara} \sqrt[3]{dc * A} \leq 30,000$$

$$\frac{f_{scara}}{H - Kd} = \frac{f_s}{d - Kd} \Rightarrow f_{scara} = f_s \frac{(H - Kd)}{d - Kd}$$

$$f_{scara} = 1680 * (0.2 * 100 - 0.263 * 16.01) / (16.01 - 0.263 * 16.01)$$

fscara =	2248.10 Kg/cm2
-----------------	-----------------------



$$A = \frac{2 * dc * b}{N^{\circ} \text{ de varillas}}$$

dc = centro de gravedad a la primera capa

$$A = 2 * 3.99 * 100 / 5$$

A =	159.6 cm2
------------	------------------

$$w = 1.10 * 2248.1 * (3.99 * 159.6)^{1/3}$$

w =	21229.62
------------	-----------------

El ancho de grieta no será mayor de 30,000

Pero : $w < 30,000.00$

Entonces =	21229.62 ok!	¡CUMPLE!
-------------------	---------------------	-----------------

Por lo tanto:

Usaremos:

3/8"	@	0.20 m.
-------------	----------	----------------

Acero de Repartición en muros:

Cálculo del área de acero mínimo en muros:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0025 * 100 * 16.01$$

$A_{s \text{ min}}$	=	4.00 cm ²
---------------------	---	----------------------

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

Ø acero →

4/8

$$A_s / A_b = 4 / 1.29$$

N° de varillas	=	3
----------------	---	---

Espaciamiento del acero:

$$S = \frac{A_b * 100}{A_s}$$

$S = 1.29 * 100 / 4$	=	32.25 cm
----------------------	---	----------

Usaremos:

1/2"	@	25.00 cm.
------	---	-----------

B. Cálculo del área de acero principal de la losa de fondo

$$M(+) = 0.95 \text{ Ton-m}$$

Se calculará por diseño de rotura:

$$A_s = \frac{Mnr}{f_y * (d - \frac{a}{2})}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$$a = 0.404$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$A_s = 0.95 * 100000 / (4200 * (16.01 - 0.404 / 2))$	=	1.43 cm ²
------------------------------------------------------	---	----------------------

$$a = 1.43 * 4200 / (0.85 * 175 * 100) = 0.404$$

Cálculo del área de acero mínimo en losas:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 * 100 * 16.01$$

$A_{s \text{ min}}$	=	2.88 cm ²
---------------------	---	----------------------

Tomamos el mayor	=	2.88 cm ²
------------------	---	----------------------

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

Ø acero →

3/8

$$A_s / A_b = 2.8818 / 0.71$$

N° de varillas	=	4
----------------	---	---

Espaciamiento del acero:

$$S = \frac{A_b * 100}{A_s}$$

$S = 0.71 * 100 / 2.8818$	=	24.64 cm
---------------------------	---	----------

Usaremos:	3/8"	@	20.00 cm.
-----------	------	---	-----------

CHEQUEO POR AGRIETAMIENTO

Módulo de elasticidad del concreto:

$$\frac{E_c}{1 + C_1}$$

$$E_c = 15000 \sqrt{f'_c}$$

C₁ = Tiene en cuenta el flujo plástico

C ₁	=	1.00
E _c	=	198431.35 kg/cm ²
E _s	=	2100000.00 kg/cm ²

$$E_{ce} = \frac{E_c}{2}$$

$$n = \frac{E_s}{E_{ce}}$$

E _{ce}	=	99215.67
n	=	21.17

Cuantía de Acero con el nuevo espaciamento:

$$\delta = \frac{A_s}{b * d}$$

$$A_s = \frac{A_b}{S}$$

A _s	=	3.55 cm ²
----------------	---	----------------------

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

Ø acero → 3/8

$$A_s / A_b = 3.55 / 0.71$$

Nº de varillas	=	5
----------------	---	---

δ	=	0.00222
---	---	---------

$$f_c = \frac{f_s k}{n(1 - k)}$$

$$K = (\delta^2 n^2 + 2 \delta n)^{1/2} - \delta n$$

Cálculo de K:

$$K = (0.0000049284 * 448.1689 + 2 (0.00222 * 21.17)^{0.5}) - 0.00222 * 21.17$$

K	=	0.263
---	---	-------

Cálculo de Jd:

$$Jd = d(1 - \frac{K}{3})$$

$$Jd = 16.01 (1 - 0.263 / 3)$$

Jd = 14.61

Cálculo de fs:

$$f_s = \frac{M_s}{A_s * Jd}$$

$$f_s = 0.95 * 100000 / (3.55 * 14.61)$$

f _s = 1831.66 Kg/cm ²

† Pero f_s no será > 1680 Kg/cm²

Cálculo de fc:

$$f_c = \frac{f_s * K}{n(1 - K)}$$

$$f_c = 1680 * 0.263 / (21.17 * (1 - 0.263))$$

f _c = 28.32 Kg/cm ²

Pero f_c no será > 78.75 Kg/cm²

***Esfuerzos admisibles:**

Compresión en el concreto	:	0.45f _c =	78.75 Kg/cm ²
Tracción en el acero	:	0.40f _y =	1680 Kg/cm ²

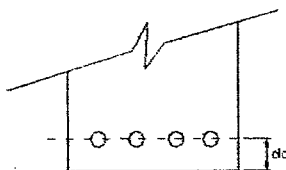
***Cálculo del ancho de grieta:**

$$w = 1.1 f_{scara} \sqrt[3]{dc * A} \leq 30,000$$

$$\frac{f_{scara}}{H - Kd} = \frac{f_s}{d - Kd} \Rightarrow f_{scara} = f_s \frac{(H - Kd)}{d - Kd}$$

$$f_{scara} = 1680 * (0.2 * 100 - 0.263 * 16.01) / (16.01 - 0.263 * 16.01)$$

f _{scara} = 2248.10 Kg/cm ²



$$A = \frac{2 * dc * b}{N^{\circ} \text{ de varillas}}$$

dc = centro de gravedad a la primera capa

$$A = 2 * 3.99 * 100 / 5$$

A = 159.60 cm ²

$$w = 1.10 * 2248.1 * (3.99 * 159.6)^{1/3}$$

$w = 21229.62$

El ancho de grieta no será mayor de 30,000

Pero : $w < 30,000.00$

Entonces = 21229.62 ok!	¡CUMPLE!
-------------------------	----------

Por lo tanto:

Usaremos:

3/8"	@	20.00 m.
------	---	----------

C. Acero de Repartición losa fondo

$$A_r = 0.55 * \frac{A_s}{\sqrt{L}}$$

As = Acero principal

L = Luz de cálculo

$$A_r = 0.55 * 3.55 / 0.837$$

Ar	=	2.33	cm2
----	---	------	-----

Cálculo del área de acero mínimo en losas:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 * 100 * 16.01$$

As min	=	2.88	cm2
--------	---	------	-----

Tomamos el mayor	=	2.88	cm2
------------------	---	------	-----

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

Ø acero →

3/8

$$A_s / A_b = 2.8818 / 0.71$$

N° de varillas	=	4
----------------	---	---

Espaciamiento del acero:

$$S = \frac{A_b * 100}{A_s}$$

S = 0.71 * 100 / 2.8818	=	24.64	cm
-------------------------	---	-------	----

Usaremos:

3/8"	@	20.00	cm.
------	---	-------	-----

D. Acero de Temperatura ambos sentidos

Cálculo del área de acero mínimo en losas:

$$A_{s \text{ min}} = (2/3) * 0.0018 * 100 * 16.01$$

As min	=	1.92	cm2
--------	---	------	-----

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

Ø acero → 3/8

$As/Ab = 1.32 / 0.71$

N° de varillas = 2

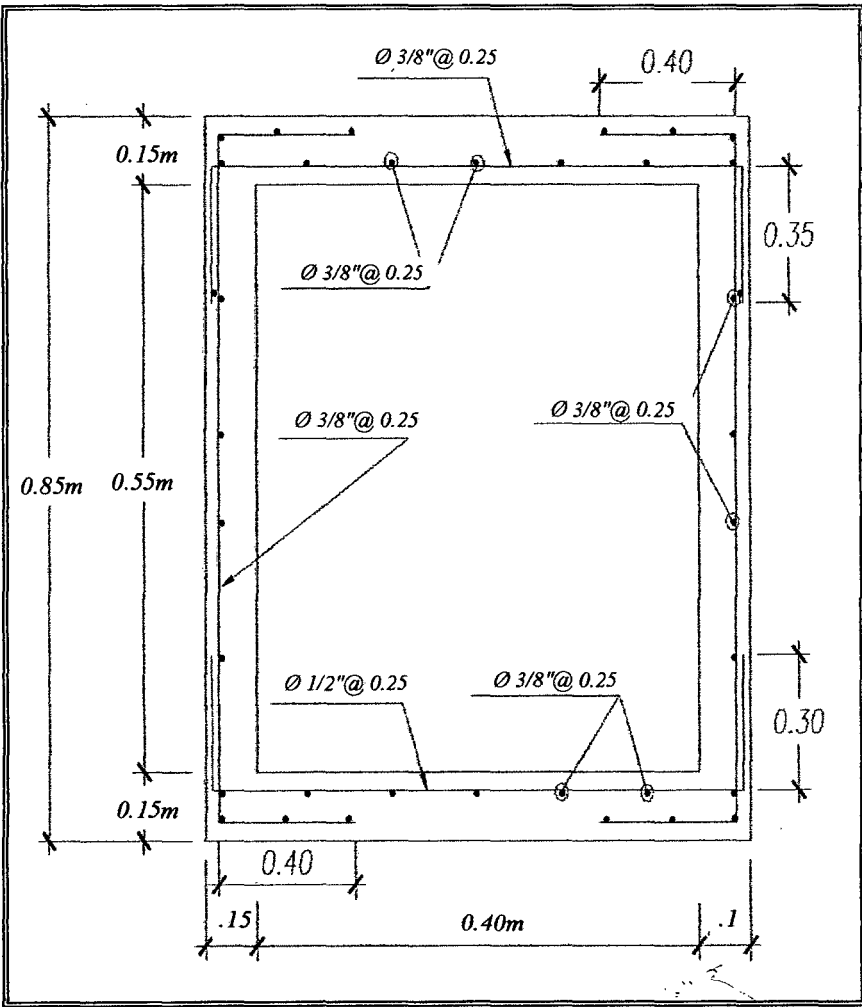
Espaciamiento del acero:

$S = \frac{Ab * 100}{As}$

S = 0.71 * 100 / 1.32 = 53.79 cm

Usaremos: 3/8" @ 25.00 cm.

GAFICO N° 29, DISEÑO FINAL DE LA TOMA PARCELARIA



DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA TOMA PARCELARIA Y PARTIDOR SIMPLE

DISEÑO ESTRUCTURAL TOMA PARCELARIA C'A° 0.70 x 0.85 m.

TESIS : "REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL N° 8, MARGEN IZQUIERDA IRRIGACIÓN SISA -
DISTRITO DE SAN PABLO - PROVINCIA DE BELLAVISTA - SAN MARTÍN"

FECHA : AGOSTO 2011

3.2.5.3.1.1.- GENERALIDADES:

Se ha proyectado tomas parcelarias de concreto armado, en el sentido transversal del eje del canal lateral obtenida según las condiciones topográficas del terreno, esta estructura permitira la conduccion del agua a las parcelas o area de riego

Se diseñará con cargas muerta, viva y esfuerzos del terreno. El diseño se hará a la rotura y se verificará por servicio, siguiendo las especificaciones ACI.

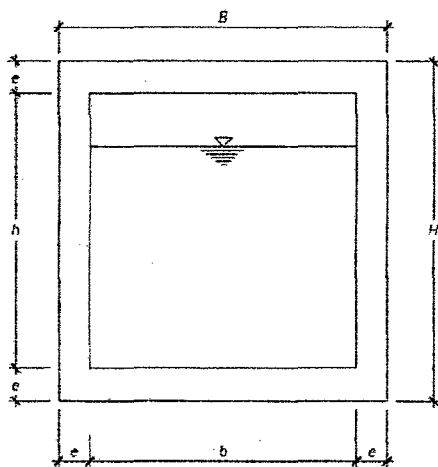
3.2.5.3.2 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA TOMA PARCELARIA:

se determinó la longitud de la toma parcelaria de tal forma para poder maniobrar el operadro al momento de abrir o cerrar la compuerta de la toma parcelaria, el análisis hidráulico se determinó las características geométricas de la sección con el Programa de cálculo H Canales del Ing° Máximo Villón Bejar, como se detalla a continuación:

3.2.5.3.2.1.- GEOMETRÍAS:

Ancho de la toma parcelaria (B)	:	0.70 m.
Altura de la toma parcelaria (H)	:	0.85 m.
Ancho interno (b)	:	0.40 m.
Altura interna (h)	:	0.55 m.
Espesor de muros y losas (e)	:	0.15 m.
Longitud de toma parcelaria (L)	:	1.50 m.
Tirante normal de agua (y)	:	0.40 m.

GRAFICO N° 20, SECCIÓN ASUMIDA



3.2.5.3.3.- MATERIALES:

Concreto armado:

Resistencia a la compresión (f'_c) : 175 Kg/cm²

Esfuerzo permisible en compresión (F'_c) : 78.75 Kg/cm²

$$F'_c = 0.45 \cdot f'_c$$

Módulo de elasticidad del concreto : 198,431.00 Kg/cm²

$$E_c = 15,000 \cdot (f'_c)^{1/2}$$

Acero con Esfuerzo:

Resistencia a la fluencia (f_y) : 4200 Kg/cm²

Esfuerzo admisible en tracción : 1680 Kg/cm²

$$F_s = 0.40 \cdot f_y$$

Módulo de elasticidad del acero : 2100000 Kg/cm²

Peso Específico de Materiales:

Concreto armado : 2.40 Tn/m³

3.2.5.3.4.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Altura de relleno (ht) : 0.00 m.

Peso específico mat. Relleno (Pe) : 1.75 T/m³.

Angulo de fricción (ϕ) : 25.00

3.2.5.3.5.- PROCEDIMIENTO DE CALCULO:

3.2.5.3.5.1.- METRADOS DE CARGAS

Losa superior:

p.p. Losa superior = 0.36 Tn/ml

p.p = $2.4 \cdot 0.15 \cdot 1.00$ =

p.p. Terraplén = 0.00 Tn/ml

p.p. = $1.75 \cdot 0 \cdot 1.00$ =

W1	=	0.36 Tn/ml
----	---	------------

S/C	=	0.20 Tn/ml
-----	---	------------

Losa inferior:

p.p. Estructura = 0.90 Tn

p.p = $(2 \cdot 0.7 \cdot 0.15 + 2 \cdot 0.55 \cdot 0.15) \cdot 2.4$ =

p.p. Carga viva = 0.00 Tn

$$\begin{aligned} \text{p.p. Agua (tirante normal)} &= 0.22 \text{ Tn} \\ \text{p.p} &= 0.4 * 1.00 * 1000 * 0.55 \end{aligned}$$

$$W = 1.12 \text{ Tn}$$

Reacción del Terreno:

$$Rt = 1.12 / (0.7 - 0.15) = 2.04 \text{ Tn/ml}$$

W2	=	2.04 Tn/ml
-----------	---	-------------------

Sobre los muros laterales:

$$Ka = \tan^2 30^\circ = 0.334 \text{ kg/ml}$$

$$P1 = 0.334 * 1.75 * 0$$

P1	=	0 Tn/ml
-----------	---	----------------

$$P2 = 0.334 * 1.75 * (0 + (0.55 + 0.15))$$

P2	=	0.41 Tn/ml
-----------	---	-------------------

Diagrama de Cargas Finales:

Factor de carga:

$$Wu = 1.50 Wd$$

W1	=	0.54 Tn/ml
W2	=	3.05 Tn/ml
P1	=	0.00 Tn/ml
P2	=	0.62 Tn/ml

$$Wu1 = 1.5 Wd + 1.8 Wl$$

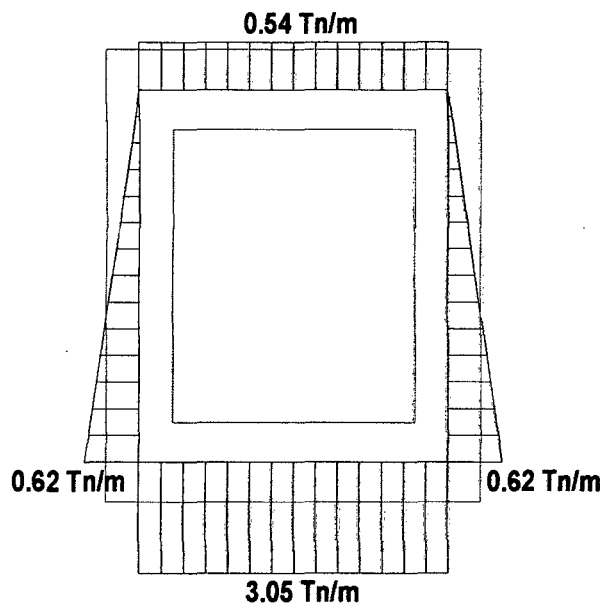
W1	=	0.90 Tn/ml
W2	=	3.05 Tn/ml
P1	=	0.00 Tn/ml
P2	=	0.62 Tn/ml

WD = Carga Muerta

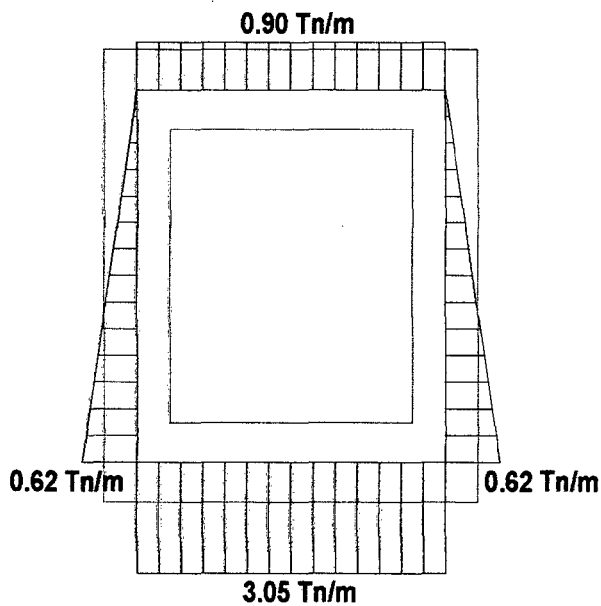
WL = Carga Viva

Diagrama de Esfuerzos:

GAFICO N° 21, PRIMER ESTADO DE CARGA

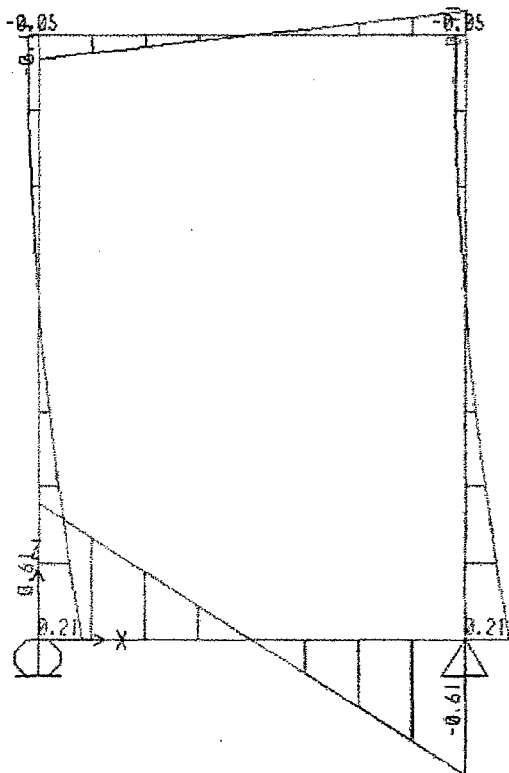


GAFICO N° 22, SEGUNDO ESTADO DE CARGA

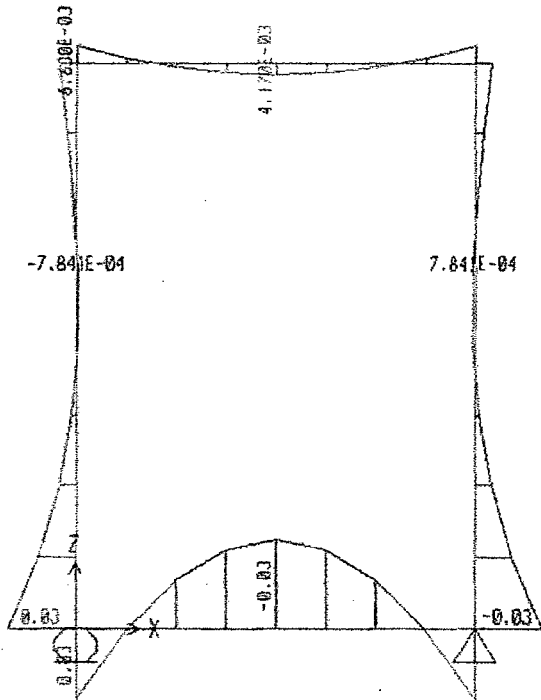


PRIMER ESTADO DE CARGAS

GAFICO N° 23, DIAGRAMA DE CORTANTES

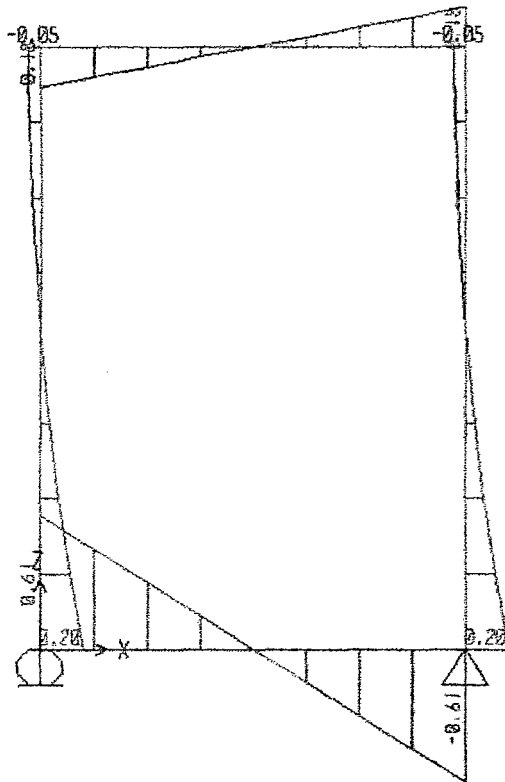


GAFICO N° 24, DIAGRAMA DE MOMENTOS

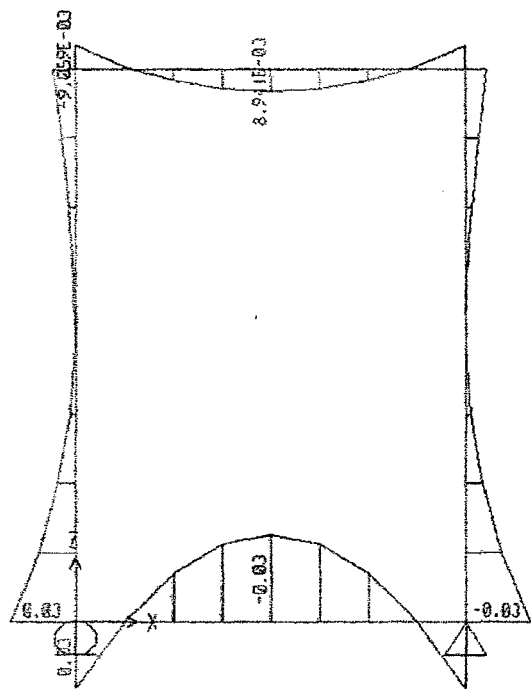


SEGUNDO ESTADO DE CARGAS

GAFICO N° 25, DIAGRAMA DE CORTANTES

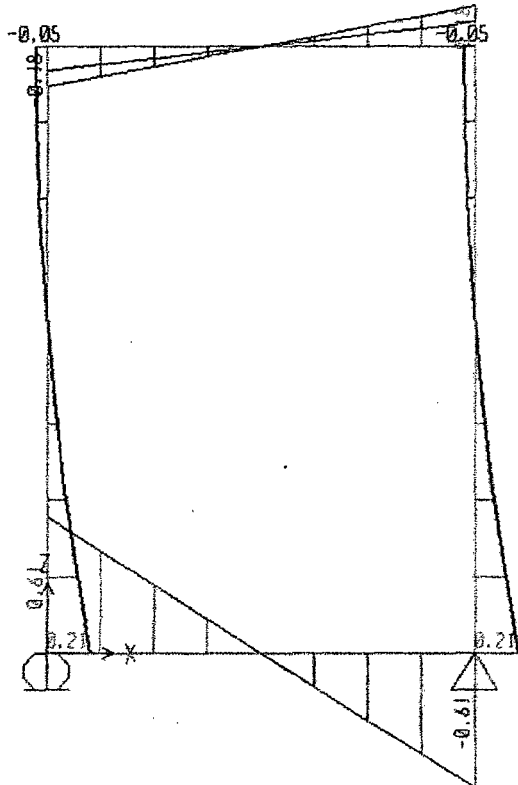


GAFICO N° 26, DIAGRAMA DE MOMENTOS

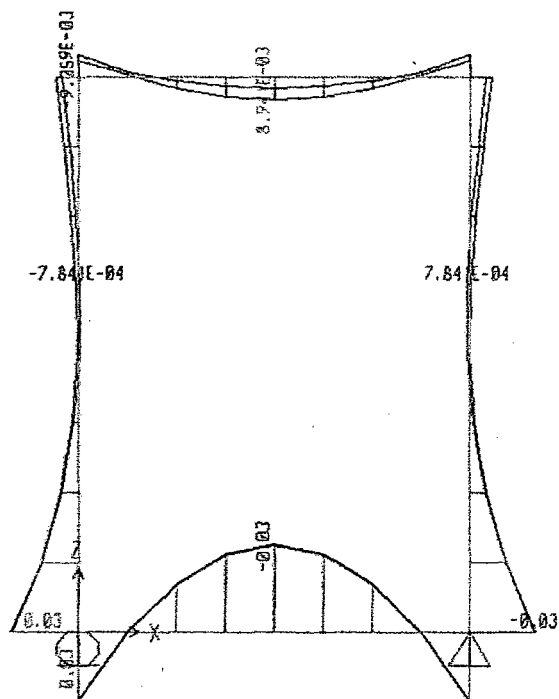


TERCER ESTADO DE CARGAS: ENVOLVENTE

GAFICO N° 27, DIAGRAMA DE CORTANTES



GAFICO N° 28, DIAGRAMA DE MOMENTOS



3.2.5.3.5.2. CÁLCULO DEL ÁREA DE ACERO

Cálculo del peralte efectivo:

Asumiendo un acero principal $\varnothing 1/2" = 1.27$ cm.

$$d = H - dc$$

$$ree. = 3.50 \text{ cm}$$

$$\varnothing \text{ asumido} \rightarrow 3/8$$

$$dc = (ree. + \varnothing \text{ asumido})/2$$

$$dc = 3.5 + 0.98 / 2 = 3.990 \text{ cm}$$

Entonces el peralte efectivo será:

$$d = 15 - 3.99 = 11.01 \text{ cm}$$

Verificación del peralte con el mayor momento:

$$Mr = 0.0300 \text{ Ton-m}$$

Cálculo de r:

$$r = \frac{f_s}{f_c}$$

$$r = 1680 / 78.75 = 21.330$$

Cálculo de n:

$$n = \frac{2100000}{15000 \sqrt{f_c}}$$

$$n = 2100000 / 198431 = 10.580$$

Cálculo de k:

$$k = \frac{n}{(n + r)}$$

$$k = 10.58 / (10.58 + 21.33) = 0.330$$

Cálculo de j:

$$j = 1 - \frac{k}{3}$$

$$j = 1 - (0.33 / 3) = 0.8900$$

Cálculo del peralte mínimo:

$$d_{min} = \sqrt{\frac{2Mr * 100000}{f_c * k * j * b}}$$

$$d_{min} = RAIZ(2 * 0.03 / 78.75 * 0.33 * 0.89 * 100) = 1.61 \text{ cm}$$

i Espesor correcto $d_{min} < d$!

3.2.5.3.5.3. VERIFICACIÓN POR CORTANTE

a.- Cortante admisible:

$$V_{ud} = \frac{V_{ud}}{\phi}$$

$$V_{ud} = 0.61 / 0.85$$

$$V_r = 0.61 \text{ Ton}$$

$$V_{ud} = 0.72 \text{ Ton.}$$

b.- Cortante máximo:

$$V_{máx} = 2.10 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_{máx} = 2.10 * \text{RAIZ}(175) * 100 * 11.01$$

$$V_{máx} = 30.59 \text{ Ton.}$$

c.- Esfuerzo admisible del concreto:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_c = 0.53 * \text{RAIZ}(175) * 100 * 11.01$$

$$V_c = 7.719 \text{ tn.}$$

$V_c > V_{ud}$

¡ No necesita estribos !

3.2.5.3.5.4. CÁLCULO DEL ÁREA DE ACERO LOSA SUPERIOR

A.- Cálculo del área de acero en los nudos

$$M(-) = 0.009 \text{ Ton-m}$$

Se calculará por diseño de rotura:

$$A_s = \frac{M_{nr}}{f_y * (d - \frac{a}{2})}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'c * b}$$

$$a = 0.006$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$A_s = 0.009 * 100000 / (4200 * 11.01 - 0.006 / 2) = 0.02 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.02 * 4200 / (0.85 * 175 * 100) = 0.006$$

Cálculo del área de acero mínimo en lasas:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0015 * 100 * 11.01$$

$$A_{s \text{ min}} = 1.65 \text{ cm}^2$$

$$\text{Tomamos el mayor} = 1.65 \text{ cm}^2$$

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

Ø acero →

3/8

$$As/Ab = 1.6515 / 0.71$$

$$\text{Nº de varillas} = 2$$

Espaciamiento del acero:

$$S = \frac{Ab * 100}{As}$$

$$S = 0.71 * 100 / 1.6515 = 42.99 \text{ cm}$$

Usaremos:

$$3/8" @ 25.00 \text{ cm.}$$

CHEQUEO POR AGRIETAMIENTO

Módulo de elasticidad del concreto:

$$\frac{Ec}{1 + C_1}$$

$$Ec = 15000 \sqrt{f'c}$$

C₁ = Tiene en cuenta el flujo plástico

$$C_1 = 1.00$$

$$Ec = 198431.35 \text{ kg/cm}^2$$

$$Es = 2100000.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_{ce} = \frac{Ec}{2}$$

$$n = \frac{Es}{E_{ce}}$$

$$E_{ce} = 99215.67$$

$$n = 21.17$$

Cuantía de Acero con el nuevo espaciamento:

$$\delta = \frac{As}{b * d}$$

$$As = \frac{Ab}{S}$$

$$As = 2.84 \text{ cm}^2$$

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

Ø acero →

3/8

$$As/Ab = 2.84 / 0.71$$

$$\text{Nº de varillas} = 4$$

$$\delta = 0.00258$$

$$fc = \frac{f_s k}{n(1 - k)}$$

$$K = (\delta^2 n^2 + 2\delta n)^{1/2} - \delta n$$

Cálculo de K:

$$K = (0.0000066564 * 448.1689 + 2 (0.00258 * 21.17)^{0.5} - 0.00258 * 21.17)$$

$$K = 0.28$$

Cálculo de Jd:

$$Jd = d \left(1 - \frac{K}{3}\right)$$

$$Jd = 11.01 (1 - 0.28 / 3)$$

Jd = 9.98

Cálculo de fs:

$$fs = \frac{Ms}{A_s * Jd}$$

$$fs = 0.009 * 100000 / (2.84 * 9.98)$$

fs = 31.75 Kg/cm2

Pero fs no será > 1680 Kg/cm2

Cálculo de fc:

$$fc = \frac{fs * K}{n(1 - K)}$$

$$fc = 1680 * 0.28 / (21.17 * (1 - 0.28))$$

fc = 30.86 Kg/cm2

Pero fc no será > 78.75 Kg/cm2

***Esfuerzos admisibles:**

Compresión en el concreto	:	0.45fc =	78.75 Kg/cm2
Tensión en el acero	:	0.40fy =	1680 Kg/cm2

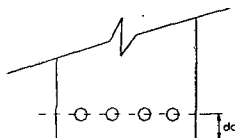
***Cálculo del ancho de grieta:**

$$w = 1.1 f_{scara} \sqrt[3]{dc * A} \leq 30,000$$

$$\frac{f_{scara}}{H - Kd} = \frac{f_s}{d - Kd} \Rightarrow f_{scara} = f_s \frac{(H - Kd)}{d - Kd}$$

$$fscara = 1680 * (0.15 * 100 - 0.28 * 11.01) / (11.01 - 0.28 * 11.01)$$

fscara = 2525.59 Kg/cm2



$$A = \frac{2 * dc * b}{N^{\circ} de varillas}$$

dc = centro de gravedad a la primera capa

$$A = 2 * 3.99 * 100 / 4$$

A =	199.5 cm ²
-----	-----------------------

$$w = 1.10 * 2525.59 * (3.99 * 199.5) ^ {1/3}$$

w =	25689.79
-----	----------

El ancho de grieta no será mayor de 30,000

Pero : w < 30,000.00

Entonces =	25689.79 ok!	¡CUMPLE!
------------	--------------	----------

Por lo tanto:

Usaremos:

3/8"	@	0.25 m.
------	---	---------

B - Cálculo del área de acero principal

Se calculará por diseño de rotura:

M(+)	=	0.0089	Ton-m
------	---	--------	-------

$$As = \frac{Mnr}{fy * (d - \frac{a}{2})}$$

$$a = \frac{As * fy}{0.85 * fc * b}$$

a = 0.006

b = 100 cm

As = 0.0089 * 100000 / (4200 * 11.01 - 0.006 / 2)	=	0.02 cm ²
---------------------------------------------------	---	----------------------

a = 0.02 * 4200 / (0.85 * 175 * 100) = 0.006

Cálculo del área de acero mínimo en losas:

As min = 0.0018 * 100 * 11.01

As min	=	1.98 cm ²
--------	---	----------------------

Tomamos el mayor	=	1.98 cm ²
------------------	---	----------------------

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

Ø acero → 3/8

As/Ab = 1.9818 / 0.71

Nº de varillas =	3
------------------	---

Espaciamiento del acero:

$$S = \frac{Ab * 100}{As}$$

S = 0.71 * 100 / 1.9818	=	35.83 cm
-------------------------	---	----------

Usaremos:

3/8"	@	25.00 cm.
------	---	-----------

CHEQUEO POR AGRIETAMIENTO

Módulo de elasticidad del concreto:

$$\frac{Ec}{1+C_t}$$

$$E_c = 15000 \sqrt{f'c}$$

C_t = Tiene en cuenta el flujo plástico

$$C_t = 1.00$$

$$E_c = 198431.35 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_s = 2100000.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_{ce} = \frac{E_c}{2}$$

$$n = \frac{E_s}{E_{ce}}$$

$$E_{ce} = 99215.67$$

$$n = 21.17$$

Quantía de Acero con el nuevo espaciamiento:

$$\delta = \frac{A_s}{b * d}$$

$$A_s = \frac{A_b}{S}$$

$$A_s = 2.84 \text{ cm}^2$$

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

Ø acero →

3/8

$$A_s / A_b = 2.84 / 0.71$$

$$\text{N}^\circ \text{ de varillas} = 4$$

$$\delta = 0.00258$$

$$f_c = \frac{f_s k}{n(1-k)}$$

$$K = (\delta^2 n^2 + 2\delta n)^{1/2} - \delta n$$

Cálculo de K:

$$K = (0.0000066564 * 448.1689 + 2 (0.00258 * 21.17)^{0.5} - 0.00258 * 21.17)$$

$$K = 0.28$$

Cálculo de Jd:

$$Jd = d \left(1 - \frac{K}{3}\right)$$

$$Jd = 11.01 (1 - 0.28 / 3)$$

$$Jd = 9.98$$

Cálculo de fs:

$$f_s = \frac{M_s}{A_s * Jd}$$

$$f_s = 0.0089 * 100000 / (2.84 * 9.98)$$

$$f_s = 31.4 \text{ Kg/cm}^2$$

Pero fs no será > 1680 Kg/cm2

Cálculo de f_c :

$$f_c = \frac{f_s * K}{n(1 - K)}$$

$$f_c = 1680 * 0.28 / (21.17 * (1 - 0.28))$$

$f_c =$	30.86 Kg/cm²
---------	--------------------------------

Pero f_c no será > 78.75 Kg/cm²

*Esfuerzos admisibles:

Compresión en el concreto	:	$0.45f_c =$	78.75 Kg/cm ²
Tracción en el acero	:	$0.40f_y =$	1680 Kg/cm ²

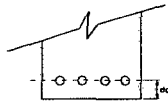
*Cálculo del ancho de grieta:

$$w = 1.1 f_{scara} \sqrt[3]{dc * A} \leq 30,000$$

$$\frac{f_{scara}}{H - Kd} = \frac{f_s}{d - Kd} \Rightarrow f_{scara} = f_s \frac{(H - Kd)}{d - Kd}$$

$$f_{scara} = 1680 * (0.15 * 100 - 0.28 * 11.01) / (11.01 - 0.28 * 11.01)$$

$f_{scara} =$	2525.59 Kg/cm²
---------------	----------------------------------



$$A = \frac{2 * dc * b}{N^{\circ} \text{ de varillas}}$$

dc = centro de gravedad a la primera capa

$$A = 2 * 3.99 * 100 / 4$$

$A =$	199.50 cm²
-------	------------------------------

$$w = 1.10 * 2525.59 * (3.99 * 199.5)^{1/3}$$

$w =$	25689.79
-------	-----------------

El ancho de grieta no será mayor de 30,000

Pero : $w < 30,000.00$

Entonces =	25689.79 ok!	¡CUMPLE!
------------	---------------------	-----------------

Por lo tanto:

Usaremos:

3/8"	@	0.25 m.
-------------	----------	----------------

C. Acero de Repartición en losa

$$A_r = 0.55 * \frac{A_s}{\sqrt{L}}$$

As = Acero principal

L = Luz de cálculo

$$A_r = 0.55 * 2.84 / 0.742$$

Ar	=	2.11	cm2
----	---	------	-----

Cálculo del área de acero mínimo en losas:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 * 100 * 11.01$$

As min	=	1.98	cm2
--------	---	------	-----

Tomamos el mayor	=	2.11	cm2
------------------	---	------	-----

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

Ø acero →

3/8

$$A_s / A_b = 2.11 / 0.71$$

Nº de varillas	=	3
----------------	---	---

Espaciamiento del acero:

$$S = \frac{A_b * 100}{A_s}$$

S = 0.71 * 100 / 2.11	=	33.65	cm
-----------------------	---	-------	----

Usaremos:

3/8"	@	25.00	cm.
------	---	-------	-----

D. Acero de Temperatura

Cálculo del área de acero mínimo en losas:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 * 100 * 11.01$$

As min	=	1.98	cm2
--------	---	------	-----

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

Ø acero →

3/8

$$A_s / A_b = 1.98 / 0.71$$

Nº de varillas	=	3
----------------	---	---

Espaciamiento del acero:

$$S = \frac{A_b * 100}{A_s}$$

S = 0.71 * 100 / 1.98	=	35.86	cm
-----------------------	---	-------	----

Usaremos:

3/8"	@	25.00	cm.
------	---	-------	-----

3.2.5.3.5.5 - CÁLCULO DEL ÁREA DE ACERO LOSA INFERIOR Y MUROS

A - Cálculo del área de acero en los muros

$$M(-) = 0.03 \text{ Ton-m}$$

Se calculará por diseño de rotura:

$$A_s = \frac{M_{nr}}{f_y \cdot (d - \frac{a}{2})}$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$a = 0.017$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$A_s = 0.03 \cdot 100000 / (4200 \cdot (11.01 - 0.017 / 2)) = 0.06 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.06 \cdot / (0.85 \cdot 175 \cdot 100) = 0.017$$

Cálculo del área de acero mínimo en losas:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 \cdot 100 \cdot 11.01$$

$$A_{s \text{ min}} = 1.98 \text{ cm}^2$$

$$\text{Tomamos el mayor} = 1.98 \text{ cm}^2$$

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

$$\varnothing \text{ acero} \rightarrow 3/8$$

$$A_s / A_b = 1.9818 / 0.71$$

$$\text{N}^\circ \text{ de varillas} = 3$$

Espaciamiento del acero:

$$S = \frac{A_b \cdot 100}{A_s}$$

$$S = 0.71 \cdot 100 / 1.9818 = 35.83 \text{ cm}$$

Usaremos:

$$3/8'' @ 25.00 \text{ cm.}$$

CHEQUEO POR AGRIETAMIENTO

Módulo de elasticidad del concreto:

$$\frac{E_c}{1 + C_1}$$

$$E_c = 15000 \sqrt{f'_c}$$

C_1 = Tiene en cuenta el flujo plástico

$$C_1 = 1.00$$

$$E_c = 198431.35 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_s = 2100000.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_{ce} = \frac{E_c}{2}$$

$$n = \frac{E_s}{E_{ce}}$$

$$E_{ce} = 99215.67$$

$$n = 21.17$$

Cuantía de Acero con el nuevo espaciamiento:

$$\delta = \frac{A_s}{b * d} \qquad A_s = \frac{A_b}{S}$$

$A_s =$	2.84 cm^2
---------	---------------------

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

Ø acero → 3/8

$A_s/A_b = 2.84 / 0.71$
Nº de varillas = 4

$\delta =$	0.00258
------------	-----------

$$f_c = \frac{f_s k}{n(1-k)} \qquad K = (\delta^2 n^2 + 2\delta n)^{1/2} - \delta n$$

Cálculo de K:

$$K = (0.0000066564 * 448.1689 + 2 (0.00258 * 21.17)^{0.5} - 0.00258 * 21.17)$$

$K =$	0.28
-------	--------

Cálculo de Jd:

$$Jd = d(1 - \frac{K}{3})$$

$$Jd = 11.01 (1 - 0.28 / 3)$$

$Jd =$	9.98
--------	--------

Cálculo de fs:

$$f_s = \frac{M_s}{A_s * Jd}$$

$$f_s = 0.03 * 100000 / (2.84 * 9.98)$$

$f_s =$	105.85 Kg/cm^2
---------	--------------------------

Pero fs no será > 1680 Kg/cm2

Cálculo de fc:

$$f_c = \frac{f_s * K}{n(1-K)}$$

$$f_c = 1680 * 0.28 / (21.17 * (1 - 0.28))$$

$f_c =$	30.86 Kg/cm^2
---------	-------------------------

Pero fc no será > 78.75 Kg/cm2

***Esfuerzos admisibles:**

Compresión en el concreto

$$: 0.45f_c = 78.75 \text{ Kg/cm}^2$$

Tracción en el acero

$$: 0.40f_y = 1680.00 \text{ Kg/cm}^2$$

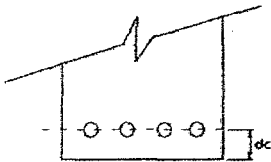
***Cálculo del ancho de grieta:**

$$w = 1.1 f_{scara} \sqrt[3]{dc * A} \leq 30,000$$

$$\frac{f_{scara}}{H - Kd} = \frac{f_s}{d - Kd} \Rightarrow f_{scara} = f_s \frac{(H - Kd)}{d - Kd}$$

fscara = 1680 * (0.15 * 100 - 0.28 * 11.01) / (11.01 - 0.28 * 11.01)

fscara = 2525.59 Kg/cm2



$$A = \frac{2 * dc * b}{N^{\circ} de var illas}$$

dc = centro de gravedad a la primera capa

A = 2 * 3.99 * 100 / 4

A = 199.5 cm2

w = 1.10 * 2525.59 * (3.99 * 199.5) ^ 1/3

w = 25689.79

El ancho de grieta no será mayor de 30,000

Pero : w < 30,000.00

Entonces = 25689.79 ok! ¡CUMPLE!

Por lo tanto:

Usaremos:

3/8" @ 0.25 m.

Acero de Repartición en muros:

Cálculo del área de acero mínimo en muros:

$$A_s \text{ min} = 0.0025 * 100 * 11.01$$

$A_s \text{ min}$	$=$	2.75 cm^2
-------------------	-----	---------------------

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

\varnothing acero \rightarrow $\frac{3}{8}$

$$A_s / A_b = 2.75 / 0.71$$

$N^\circ \text{ de varillas}$	$=$	4
-------------------------------	-----	-----

Espaciamiento del acero:

$$S = \frac{A_b * 100}{A_s}$$

$S = 0.71 * 100 / 2.75$	$=$	25.82 cm
-------------------------	-----	--------------------

Usaremos:

$\frac{3}{8}"$	$@$	25.00 cm.
----------------	-----	---------------------

B.- Cálculo del área de acero principal en en fondo de la losa $M(+)$ $=$ 0.03 Ton-m

Se calculará por diseño de rotura:

$$A_s = \frac{M_{nr}}{f_y * (d - \frac{a}{2})}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$$a = 0.017$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$A_s = 0.03 * 100000 / (4200 * (11.01 - 0.017 / 2))$	$=$	0.06 cm^2
------------------------------------------------------	-----	---------------------

$$a = 0.06 * 4200 / (0.85 * 175 * 100) = 0.017$$

Cálculo del área de acero mínimo en losas:

$$A_s \text{ min} = 0.0018 * 100 * 11.01$$

$A_s \text{ min}$	$=$	1.98 cm^2
-------------------	-----	---------------------

Tomamos el mayor	$=$	1.98 cm^2
-------------------------	-----	---------------------

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

\varnothing acero \rightarrow $\frac{3}{8}$

$$A_s / A_b = 1.9818 / 0.71$$

$N^\circ \text{ de varillas}$	$=$	3
-------------------------------	-----	-----

Espaciamiento del acero:

$$S = \frac{Ab \cdot 100}{As}$$

$S = 0.71 \cdot 100 / 1.9818$	=	35.83 cm
-------------------------------	---	----------

Usaremos:

3/8"	@	25.00 cm.
------	---	-----------

CHEQUEO POR AGRIETAMIENTO

Módulo de elasticidad del concreto:

$$\frac{Ec}{1 + Ct}$$

$$Ec = 15000 \cdot \sqrt{f'c}$$

Ct = Tiene en cuenta el flujo plástico

Ct	=	1.00
----	---	------

Ec	=	198431.35	kg/cm2
----	---	-----------	--------

Es	=	2100000.00	kg/cm2
----	---	------------	--------

$$E_{ce} = \frac{Ec}{2}$$

$$n = \frac{Es}{E_{ce}}$$

E _{ce}	=	99215.67
-----------------	---	----------

n	=	21.17
---	---	-------

Cuantía de Acero con el nuevo espaciamento:

$$\delta = \frac{As}{b \cdot d}$$

$$As = \frac{Ab}{S}$$

As	=	2.84 cm2
----	---	----------

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

Ø acero →

3/8

$$As/Ab = 2.84 / 0.71$$

Nº de varillas	=	4
----------------	---	---

δ	=	0.00258
---	---	---------

$$fc = \frac{fs \cdot k}{n(1 - k)}$$

$$K = (\delta^2 n^2 + 2 \delta n)^{1/2} - \delta n$$

Cálculo de K:

$$K = (0.0000066564 \cdot 448.1689 + 2 (0.00258 \cdot 21.17)^{0.5} - 0.00258 \cdot 21.17)$$

K	=	0.28
---	---	------

Cálculo de Jd:

$$Jd = d(1 - \frac{K}{3})$$

$$Jd = 11.01 (1 - 0.28 / 3)$$

Jd = 9.98

Cálculo de fs:

$$fs = \frac{Ms}{A_s * Jd}$$

$$fs = 0.03 * 100000 / (2.84 * 9.98)$$

fs = 105.85 Kg/cm2

Pero fs no será > 1680 Kg/cm2

Cálculo de fc:

$$fc = \frac{fs * K}{n(1 - K)}$$

$$fc = 1680 * 0.28 / (21.17 * (1 - 0.28))$$

fc = 30.86 Kg/cm2

Pero fc no será > 78.75 Kg/cm2

***Esfuerzos admisibles:**

Compresión en el concreto	:	0.45fc =	78.75 Kg/cm2
Tracción en el acero	:	0.40fy =	1680 Kg/cm2

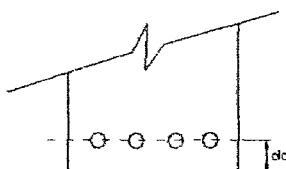
***Cálculo del ancho de grieta:**

$$w = 1.1 f_{scara} \sqrt[3]{dc * A} \leq 30,000$$

$$\frac{f_{scara}}{H - Kd} = \frac{f_s}{d - Kd} \Rightarrow f_{scara} = f_s \frac{(H - Kd)}{d - Kd}$$

$$fscara = 1680 * (0.15 * 100 - 0.28 * 11.01) / (11.01 - 0.28 * 11.01)$$

fscara = 2525.59 Kg/cm2



$$A = \frac{2 * dc * b}{N^{\circ} de var illas}$$

dc = centro de gravedad a la primera capa

$$A = 2 * 3.99 * 100 / 4$$

A = 199.50 cm2

$$w = 1.10 * 2525.59 * (3.99 * 199.5)^{1/3}$$

$w = 25689.79$

El ancho de grieta no será mayor de 30,000

$$\text{Pero : } w < 30,000.00$$

Entonces = 25689.79 ok!	¡CUMPLE!
-------------------------	----------

Por lo tanto:

Usaremos:

3/8"	@	25.00 m.
------	---	----------

C.- Acero de Repartición losa fondo

$$A_r = 0.55 * \frac{A_s}{\sqrt{L}}$$

As = Acero principal

L = Luz de cálculo

$$A_r = 0.55 * 2.84 / 0.742$$

Ar	=	2.11	cm2
----	---	------	-----

Cálculo del área de acero mínimo en losas:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 * 100 * 11.01$$

As min	=	1.98	cm2
--------	---	------	-----

Tomamos el mayor	=	2.11	cm2
------------------	---	------	-----

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

Ø acero →

3/8

$$A_s / A_b = 2.11 / 0.71$$

Nº de varillas	=	3
----------------	---	---

Espaciamiento del acero:

$$S = \frac{A_b * 100}{A_s}$$

S = 0.71 * 100 / 2.11	=	33.65	cm
-----------------------	---	-------	----

Usaremos:

3/8"	@	25.00	cm.
------	---	-------	-----

D.- Acero de Temperatura ambos sentidos

Cálculo del área de acero mínimo en losas:

$$A_{s \text{ min}} = (2/3) * 0.0018 * 100 * 11.01$$

As min	=	1.32	cm2
--------	---	------	-----

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

Ø acero → 3/8

$$\frac{A_s}{A_b} = 1.32 / 0.71$$

N° de varillas = 2

Espaciamiento del acero:

$$S = \frac{A_b * 100}{A_s}$$

$S = 0.71 * 100 / 1.32$

=

53.79 cm

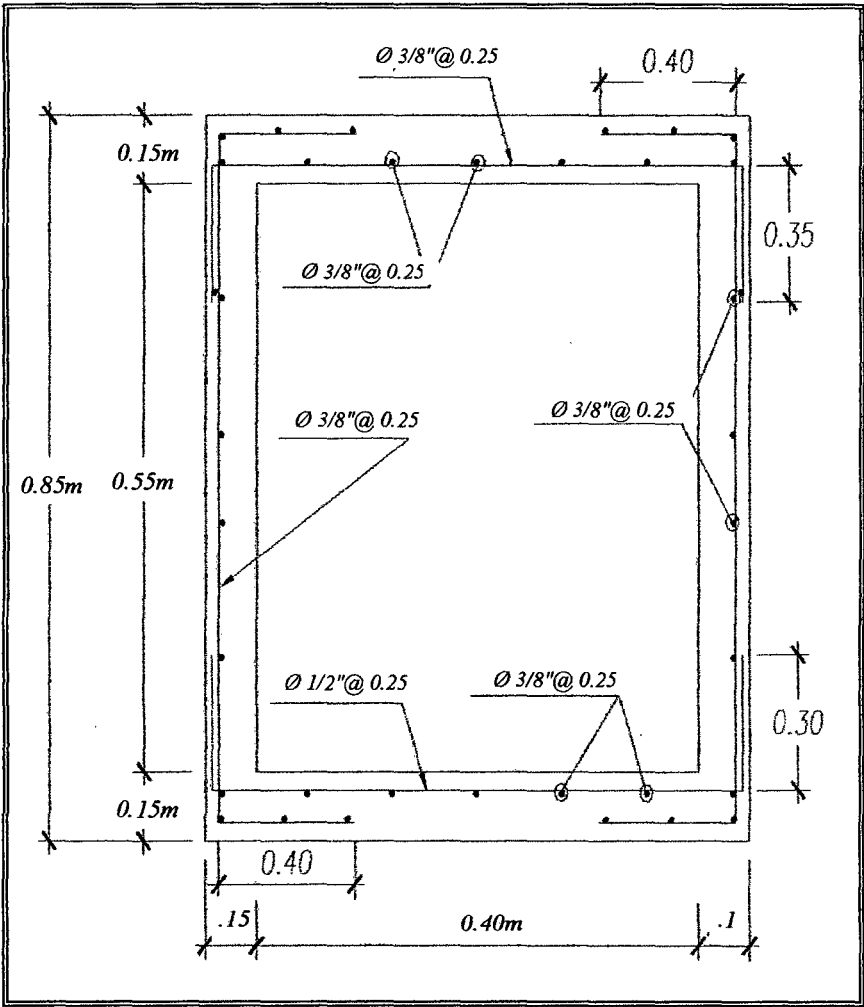
Usaremos:

3/8"

@

25.00 cm.

GAFICO N° 29, DISEÑO FINAL DE LA TOMA PARCELARIA



3.2.5.4. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La evaluación de impacto ambiental como un proceso técnico está destinada a prever e informar sobre los efectos que un determinado proyecto puede ocasionar en el medio ambiente y sobre las medidas para controlarlos. Debe ser utilizada por los Titulares y por las autoridades ambientales competentes para la toma de decisiones sobre la conveniencia o no de un proyecto determinado, así como para asegurar la viabilidad ambiental y contribuir a la mayor eficiencia del mismo, bajo los mandatos, criterios y procedimientos establecidos en la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.

3.2.5.4.1. ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL

El objetivo de la presente evaluación en la zona de influencia del Proyecto es la identificación de los impactos, positivos y negativos que se podría generar en el medio ambiente, con la ejecución de la obra: “Rehabilitación y Mejoramiento del Canal Lateral N° 08, de la Margen izquierda de la Irrigación Sisa – Distrito de San Pablo – Provincia de Bellavista – San Martín” y proponer las acciones técnicas necesarias para minimizar los daños previsibles en el ecosistema mediante el PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.

Para identificar y evaluar los impactos ambientales potenciales que se presentan en la etapa de construcción y operación se empleará la matriz de impactos ambientales del tipo causa-efecto, la que permitirá la valorización de la magnitud del efecto, en los componentes ambientales del área de influencia del proyecto que son susceptibles a recibirlos (*Cuadro de Determinación de impactos potenciales*).

Se complementa la metodología con las listas de chequeo del cuadro *Lista de probables alteraciones según las acciones y fases del Proyecto*. Así mismo, se identifica los impactos ambientales negativos que se presentan en el estado actual del área del proyecto de acuerdo a la verificación de campo realizada.

3.2.5.4.2. Determinación de Impactos Potenciales: Magnitud del Efecto

MEDIO	IMPACTO	MAGNITUD DEL EFECTO			
		Muy Bajo	Regular	Alto	Muy Alto
Calidad del aire	Aumento niveles de inmisión: - Partículas	X			
Ruidos	Incremento niveles sonoros: - Continuos	X			
Clima	Cambios micro climáticos	X			
Geología y Geomorf.	Aumento inestabilidad laderas y superficies	X			
Hidrología Superficial y Subterránea	- Pérdida de calidad de aguas	X			
	- Cambio en los flujos de caudales		X		
	- Interrupción del flujo de aguas subterráneas	X			
Suelos	- Destrucción directa	X			
	- Compactación	X			
	- Aumento de erosión	X			
	- Disminución de la calidad edáfica	X			
Vegetación	- Destrucción directa de la vegetación	X			
	- Alteración de población de especies	X			
	- Destrucción de poblaciones de especies protegidas	X			
	- Acumulación de metales pesados por deposición de Pb	X			
Fauna	Destrucción del hábitat de especies terrestres	X			
Paisaje	Contraste cromático y estructural de la cantera	X			
	Cambios en las formas del relieve		X		
	Cambios de la estructura paisajista	X			
	Aumento de ruidos y sonidos no deseables	X			
Socio Económico	Cambios en la estructura demográfica	X			
	Efectos en la población activa	X			

3.2.5.4.3. Lista de probables alteraciones según las acciones y fases del Proyecto

MEDIO	ALTERACIÓN	ACCIONES DEL PROYECTO	FASE
Calidad del aire	Aumento niveles de inmisión: - Partículas	- Movimiento de tierras	Obra
Ruidos	Incremento niveles sonoros: - Continuos - Puntuales	Procesos de transporte, carga y descarga de materiales	Obra
Clima	Cambios micro-climáticos	Destrucción de vegetación	Operación
Geología y Geomorf.	Aumento inestabilidad laderas y superficies	Movimiento de tierras	Obras
		Explotación de canteras	Obras
Hidrología Superficial y Subterránea	- Pérdida de calidad de aguas	Movimiento de tierras	Obras
	- Cambio en los flujos de caudales	Deposición temporal y/o permanente de caudales	Obras y operación
	- Interrupción del flujo de aguas subterráneas	Modificaciones de los niveles freáticos	Obras
Suelos	- Destrucción directa	Plataforma, alcantarillas	Obras
	- Compactación	Nivelación de Tierras	Obras
	- Aumento de erosión	Explotación de canteras	Obras
	- Disminución de la calidad edáfica	Movimiento de tierras y de maquinaria	Obras
Vegetación	- Destrucción directa de la vegetación	Obras de arte y drenaje,	Obras
	- Alteración de población de especies	Nivelación de Tierras	Obras
	- Destrucción de poblaciones de especies protegidas	Explotación de canteras	Obras
	- Acumulación de metales pesados por deposición de Pb	Movimiento de tierras y de maquinaria	Obras
Fauna	Destrucción del hábitat de especies terrestres	Explotación de canteras y transporte	Obras y operación
Paisaje	Contraste cromático y estructural de la cantera	Explotación de cantera	Obras
	Cambios en las formas del relieve	Movimiento de tierras y acciones que producen cambios en la vegetación	Obras
	Aumento de ruidos y sonidos no deseables		
Socio Económico	Cambios en la estructura demográfica	Incremento de la mano de obra	Obras y Operación
	Efectos en la población activa	Mano de Obra	Obras

3.2.5.4.4. Impactos Negativos en la Etapa de Construcción

- **En el Medio Físico:**

Alteración en la dinámica fluvial asociada a procesos de socavación generados por la explotación de materiales dentro del cauce o por procesos de sedimentación producidos por el aporte de material al cuerpo de agua, que incide en una disminución de la capacidad de transporte y un aumento de arrastre en carga y suspensión, lográndose así un efecto abrasivo y erosional diferencial de acuerdo con el tipo de materiales que se vayan encontrando.

- Variación en la morfología del cauce y desestabilización de taludes y márgenes hídricos.
- Impacto sobre el drenaje del suelo, el cual será interrumpido en el movimiento superficial, como es el caso de la escorrentía y el movimiento subterráneo.
- Incremento de niveles de emisión: durante la ejecución de las obras de mejoramiento del canal lateral N° 08, se producirán emisiones de partículas de polvo por acciones, como movimiento de tierras, cortes de terreno, transporte de materiales, entre otros. Esto generará disminución de la calidad de aire.
- Impacto Sonoro debido al ruido generado por la maquinaria y equipo liviano a ser utilizada en la ejecución del proyecto de tesis.
- Impacto de partículas suspendidas en el aire debido al transporte de materiales y equipos.

- **En el Medio Biológico**

- Disturbación de la fauna por efecto del ruido de las maquinarias.

3.2.5.4.5. Impactos Negativos en la Etapa de Operación

La operación y mantenimiento del canal lateral N° 08, no tendrá impactos negativos relevantes, debido a que la operación y mantenimiento solo se utilizara mano de obra, de las cuales se limitaran a controlar el flujo del caudal mediante los mecanismos de compuertas, y a la limpieza del canal utilizando como herramienta principal palanas y carretillas.

3.2.5.4.6. Impactos en el ambiente Socio Económico

Etapa de Construcción y Operación

- Creación de fuentes de trabajo, durante el periodo de construcción y operación de las obras civiles se requerirán horas de trabajo para obreros, operarios incrementando su nivel de ingresos.
- Incremento de la actividad empresarial: con el proyecto serán beneficiadas las empresas dedicados a la compra y venta del Arroz.
- Generación de divisas: el proyecto generará divisas por el aumento de la producción y sustituciones de las importaciones, producción agropecuaria a pleno desarrollo.
- Incremento de la población agrícola y pecuaria.
- Elevación de la calidad de vida: las actividades de construcción y funcionamiento disminuirán los niveles de pobreza en el ámbito del distrito de San Pablo entre las localidades de San Pablo y Unión Campesina y por ende de la provincia de Bellavista y sus alrededores.
- Incremento comercial: las cosechas generadas por el funcionamiento de la infraestructura de riego reforzarán las inversiones para el desarrollo de las actividades agrícolas, ganaderas, agroindustria, turismo y acuicultura.
- Facilidad en la operación y mantenimiento del canal lateral N° 08, margen Izquierda, irrigación Sisa, San Pablo – Bellavista – San Martín.

3.2.5.4.7. Impactos Positivos

- a) Incremento de la producción de los cultivos de arroz.
- b) Facilidad en la operación y mantenimiento del canal lateral N° 08 Margen izquierda de la Irrigación Sisa, distrito de San Pablo, Provincia de Bellavista – San Martín.
- c) Incremento del valor de los terrenos.
- d) Incremento de las áreas de cultivo.
- e) Fortalecimiento del desarrollo agropecuario.
- f) Generación de empleo.

3.2.5.4.8. Plan de Manejo Ambiental

El Plan de Manejo ambiental, se enmarca dentro de la estrategia de conservación del ambiente en armonía con el desarrollo socioeconómico de los poblados influenciados por las obras proyectadas. Éste será aplicado durante y después de la construcción de dichas obras.

Las medidas que se proponen a continuación podrán ser aplicadas durante las operaciones en campamentos, canteras, depósitos de materiales y en las operaciones de construcción propiamente dichas.

MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL AIRE

Para la emisión de partículas

Principalmente durante la etapa de construcción se generarán emisiones contaminantes en la propia obra, en la construcción de accesos y en los lugares destinados a la construcción de estructuras; así como en el transporte de materiales.

Las medidas destinadas a evitar o disminuir el aumento de la concentración de polvo en el aire durante la fase de ejecución de las obras, son las siguientes:

- Riego con agua de las superficies de actuación (canteras, depósitos de materiales excedentes, accesos y en la propia obra) hasta donde sea posible, de forma que éstas áreas mantengan el grado de humedad necesario para evitar o reducir la producción de polvo. Dichos riegos se realizarán a través del uso de motobombas, con periodicidad diaria ó interdiaria. Asimismo, se deberá suministrar al personal de obra el correspondiente equipo de protección personal (principalmente mascarillas), sobre todo, al que labore en las canteras, conformación de los depósitos de materiales excedentes, excavación de zanjas y preparación de concreto.
- El transporte de materiales de las canteras a la obra y de ésta a los depósitos de materiales excedentes, deberá realizarse con la precaución de humedecer dichos materiales y cubrirlos con un toldo húmedo.

Para la emisión de gases en fuentes móviles

- Las fuentes móviles de combustión usadas durante la construcción de las obras, como también los equipos livianos utilizados, no podrán emitir al ambiente partículas de monóxido de carbono, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno por encima de los límites establecidos por el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.
- Las actividades para el control de emisiones atmosféricas buscan asegurar el cumplimiento de las normas, para lo cual todos los vehículos y equipos utilizados deben ser sometidos a un programa de mantenimiento y sincronización preventiva cada cuatro meses.

- El vehículo que no garantice las emisiones límite permisible deberá ser separado de sus funciones, revisado, reparado o ajustado antes de entrar nuevamente al servicio del transportador; en cuyo caso deberá certificar nuevamente que sus emisiones se encuentran dentro de los límites permisibles. Lo anterior estará estipulado en una cláusula contractual.

Para la emisión de fuentes de ruido perturbadores

- Prohibir que los vehículos usen sirenas u otro tipo de fuentes de ruido innecesarias, para evitar el incremento de los niveles de ruido. Las sirenas sólo serán utilizadas en casos de emergencia.
- De igual manera, se prohibirá retirar de todo vehículo los silenciadores que atenúen el ruido generado por los gases de escape de la combustión, lo mismo que colocar en los conductos de escape cualquier dispositivo que produzca ruido.
- Así mismo se deberá verificar que el equipo liviano a utilizarse en obra como mezcladoras, vibradoras, etc., cuenten con los silenciadores que atenúen el ruido generado por los gases de escape de la combustión.

MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA.

Control de cursos de agua

Las medidas preventivas más importantes a adoptarse en este caso son las siguientes:

- No verter materiales en la ribera ni en el cauce de quebradas y ríos.
- Realizar un control estricto de los movimientos de tierra en el cauce de los cursos de agua. Tales movimientos deberán ejecutarse, como

es lógico, preferentemente durante los meses de estiaje, donde el cauce de dichos cursos conduzca caudales menores, circular innecesariamente con la maquinaria por el cauce de los ríos y quebradas.

- Realizar un control estricto de las operaciones de mantenimiento (cambio de aceite), lavado de maquinaria y recarga de combustible, impidiendo siempre que se realice en el cauce de ríos, quebradas, a cerca del canal y las áreas más próximas; asimismo, queda estrictamente prohibido cualquier tipo de vertido, líquido o sólido. El mantenimiento de la maquinaria y la recarga de combustible, se realizará solamente en el área seleccionada y asignada para tal fin.
- En las labores de mantenimiento de las maquinarias, el aceite desechado se colectará en bidones o recipientes herméticos, para su posterior envío a los rellenos sanitarios de la ciudad de Bellavista o para su rehúso como fuente carburante en dichas ciudades.
- Por ningún motivo se verterá materiales aceitosos a los cuerpos de agua.
- Los restos de los materiales de construcción (brea, cemento, concreto fresco) deberán ser enterrados.

MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DEL SUELO

Para el control de la contaminación

- Los aceites y lubricantes usados, así como los residuos de limpieza deberán ser almacenados en recipientes herméticos adecuados, para su posterior evacuación a los rellenos sanitarios de ciudades más cercanas o ser reciclados en dichas ciudades.

- La disposición de desechos de construcción se hará en los lugares seleccionados para tal fin. Al finalizar la obra se deberá dismantelar las casetas temporales, patios de almacenamiento, talleres y demás construcciones temporales, disponer los escombros y restaurar el paisaje a condiciones iguales o mejores a las iniciales.
- Los materiales excedentes de las excavaciones o de la limpieza de cauces se retirarán en forma inmediata de las áreas de trabajo, protegiéndolos adecuadamente, y se colocarán en las zonas de depósito previamente seleccionadas o aquellas indicadas por el Supervisor.
- Los residuos de derrames accidentales de concreto, brea, lubricantes, combustibles, deben ser recolectados de inmediato y su disposición final debe hacerse de acuerdo con las normas ambientales presentes.
- Las casetas temporales, campamentos y frentes de obra deberán estar provistos de recipientes apropiados para la disposición de basuras (recipientes plásticos con tapa). Estas serán vaciadas en cajas estacionarias con tapas herméticas, que serán llevadas periódicamente al relleno sanitario de la municipalidad más cercana u otro lugar adecuado.
- Los suelos contaminados con aceite, grasa o brea, que en cantidad son muy pequeños, deberán ser enterrados cerca de los depósitos de materiales excedentes.

Para el control de la erosión

- Limitar estrictamente el movimiento de tierras y desbroce de la cobertura vegetal en los frentes de trabajo.

- El material superficial removido de una zona de préstamo, deberá ser apilado y protegido para su posterior utilización en las obras de restauración de dichas zonas.
- Los desechos de los cortes no podrán ser dispuestos a media ladera ni arrojados a los cursos de agua. Estos serán acarreados a los depósitos de materiales excedentes que deberán seleccionarse con apoyo de la supervisión, y dispuestos adecuadamente.

MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DE LA VEGETACIÓN

- Evitar la construcción de vías de acceso sin una adecuada planificación, para no afectar demasiado la vegetación natural de estos lugares. Una vez finalizada la obra, realizar a la brevedad posible la recuperación de las zonas afectadas.

MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DE LA FAUNA

- Limitar las actividades de construcción y operación estrictamente al área señalada en los diseños de ingeniería, evitando de este modo acrecentar los daños a los hábitats de la fauna silvestre (zonas de descanso, refugio, fuente de alimento).
- Prohibir estrictamente la recolección de huevos y otras actividades de recolección y/o extracción de fauna.
- Prohibir terminantemente la tenencia de armas de fuego en el área de trabajo, excepto el personal de seguridad autorizado para ello.
- Prohibir terminantemente la realización de actividades de caza en el área del proyecto y zonas aledañas; así como la adquisición de animales silvestres vivos o preservados y/o sus pieles.

PROTECCIÓN DE LA SEGURIDAD DEL PERSONAL

- Se deberá cumplir con todas las disposiciones sobre salud ocupacional, seguridad industrial y prevención de accidentes emanadas del Ministerio de Trabajo.
- Para cumplir las disposiciones relacionadas con la salud ocupacional, la seguridad industrial y la prevención de accidentes en las obras, se presentará a la Supervisión un plan específico del tema acompañado del panorama de riesgos, para su respectiva aprobación. Con base en lo anterior deberá implementar las políticas necesarias y obligar a todo su personal a conocerlas, mantenerlas y respetarlas. Para ello designará un responsable exclusivo para tal fin, con una jerarquía tal que le permita tomar decisiones e implementar acciones.
- El Residente impondrá a sus empleados, subcontratistas, proveedores y agentes relacionados con la ejecución del contrato, el cumplimiento de todas las condiciones relativas a salud ocupacional, seguridad industrial y prevención de accidentes establecidas y les exigirá su cumplimiento.
- Cada vez que la Supervisión lo requiera, el Residente deberá revisar y ajustar el programa de salud ocupacional, seguridad industrial y prevención de accidentes. Se podrán suspender las obras si el Residente incumple los requisitos de salud ocupacional o no atiende las instrucciones que la Supervisión hiciere al respecto.
- El Residente será responsable de todos los accidentes que por negligencia suya, de sus empleados, subcontratistas o proveedores pudieran sufrir el personal de la Supervisión o terceras personas.
- El Residente deberá informar por escrito a la Supervisión cualquier accidente que ocurra en los frentes de obra, además, llevar un

registro de todos los casos de enfermedad profesional y los daños que se presenten sobre propiedades o bienes públicos para preparar reportes mensuales del tema.

- A todos los obreros y empleados que vayan a ser vinculados a los trabajos, se les debe exigir un examen médico antes de contratarlos para verificar su estado de salud, especialmente en lo referente a la presencia de enfermedades infecto-contagiosas. Periódicamente se verificará su estado de salud. El empleo de menores de edad para cualquier tipo de labor en los frentes de obras está estrictamente prohibido.
- Todo el personal deberá estar dotado de elementos para la protección personal y colectiva durante el trabajo, de acuerdo con los riesgos a que estén sometidos (uniforme, casco, guantes, botas, gafas, protección auditiva, etc.). Los elementos deben ser de buena calidad y serán revisados periódicamente para garantizar su buen estado.
- Todo el personal de la obra deberá tener conocimiento sobre los riesgos de cada oficio, la manera de utilizar el material disponible y como auxiliar en forma oportuna y acertada a cualquier accidentado. El Residente debe dotar los frentes de trabajo y demás instalaciones temporales botiquines y demás implementos para atender primeros auxilios.
- El Residente suministrará equipos, máquinas, herramientas e implementos adecuados para cada tipo de trabajo, los cuales serán operados por personal calificado y autorizado, sólo para el fin con el que fueron diseñados. Se revisarán periódicamente para proceder a su reparación o reposición y deberán estar dotados con los dispositivos, instructivos, controles y señales de seguridad exigidos o recomendados por los fabricantes.

- El Residente está obligado a utilizar solamente vehículos automotores en perfecto estado, para transportar de forma apropiada y segura personas, materiales y equipos, de acuerdo con las reglamentaciones de las autoridades de transporte y tránsito. Los vehículos serán conducidos por personal adiestrado, estarán debidamente identificados y contarán con los avisos de peligro necesarios.
- En ausencia total o parcial de luz solar, se debe suministrar iluminación artificial suficiente en todos los sitios de trabajo, si se requiere realizar trabajos en estas condiciones, de forma tal que las actividades se desarrollen en forma segura. La fuente luminosa no debe limitar el campo visual ni producir deslumbramientos.
- Debido a que el aseo y el orden en la zona de trabajo brindan mayor seguridad al personal y a la comunidad, el Residente contará con personal específico para las labores de aseo y limpieza.

IV. RESULTADOS

4.1. DEMANDA DE AGUA Y CAUDAL DE DISEÑO

La demanda de agua requerida durante todo el año es 3,612,577.90 m³ (3.613 MMC) y el caudal de diseño obtenido es 0.16 m³/s., necesario para satisfacer la demanda de agua que requieren los beneficiarios.

4.2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL CANAL

Cuadro N° 12, Características de la Alternativa N° 01
(Canal revestido con concreto simple)

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL CANAL LATERAL N° 8	
MARGEN IZQUIERDA IRRIGACIÓN SISA	
Base menor	b = 0.30 m
Base mayor	B = 1.30 m
Talud	Z = 1
Altura	H = 0.50
Espesor revestimiento	e = 0.10 m

Cuadro N° 13, Características de la Alternativa N° 02
(Canal sin Revestir)

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL CANAL LATERAL N° 8	
MARGEN IZQUIERDA IRRIGACIÓN SISA	
Base menor	b = 0.40 m
Base mayor	B = 1.75 m
Talud	Z = 1.5
Altura	H = 0.45

4.3. OBRAS DE ARTE (ALCANTARILLA, TOMAS PARCELARIA Y PARTIDOR SIMPLE)

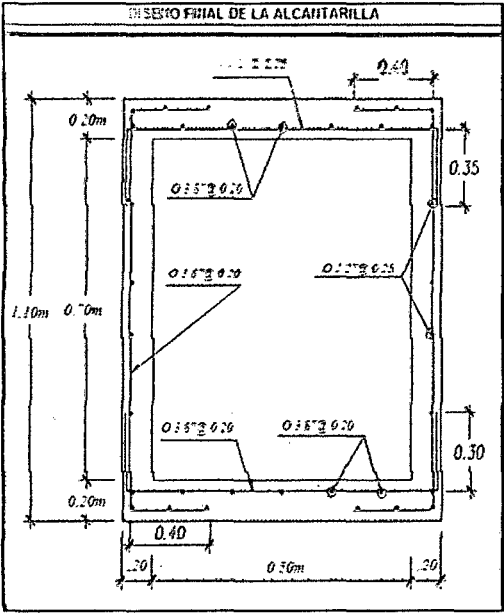


GRAFICO N° 29, Diseño final
de la Alcantarilla

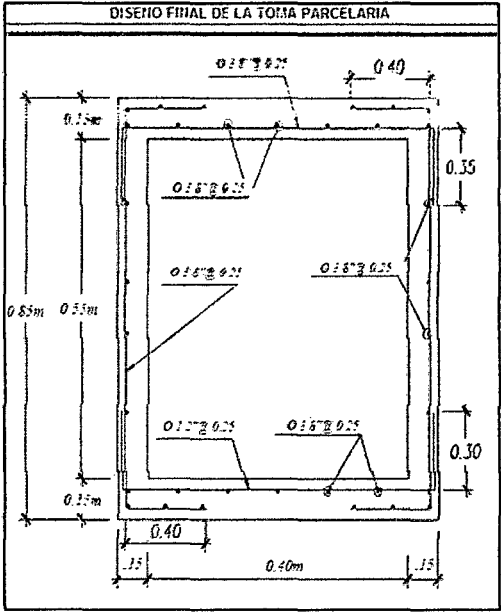


GRAFICO N° 30, Diseño final
de la Toma Parcelaria

V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. DEMANDA DE AGUA Y CAUDAL DE DISEÑO

La mayor demanda de agua, es durante los meses de la campaña chica (o también llamado campaña Baja), de Agosto a Enero, pero es más acentuado durante el mes de diciembre siendo la demanda de $341,982.29 \text{ m}^3$. Que define un caudal de diseño al 90% y en 21 h, de $0.16 \text{ m}^3/\text{s}$.

La demanda de agua requerida durante todo el año es 3.613 MMC ($3,612,577.90 \text{ m}^3$), suficiente para satisfacer oportunamente la demanda del cultivo de arroz.

5.2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL CANAL

Las características geométricas e hidráulicas del canal lateral han sido comprobadas mediante la aplicación del software HCANALES.

Las características geométricas obtenidas en la alternativa N° 01 – canal revestido con concreto, son los siguientes:

Base menor = 0.30 m.

Base Mayor = 1.30 m.

H total = 0.50 m.

Talud = 1:1

Para el desarrollo se tuvo en cuenta el tipo de revestimiento (concreto), se trabajó utilizando la sección de máxima eficiencia hidráulica.

Las características geométricas obtenidas utilizando la alternativa N ° 02, canal sin revestimiento (Natural), son los siguientes:

Base menor = 0.40 m.

Base Mayor = 1.75 m.

H total = 0.45 m.

Talud = 1:1.5

Para el desarrollo se tuvo en cuenta que la alternativa es un canal sin revestimiento, es por ello se trabajó utilizando la sección mínima infiltración.

De ambas alternativas obtenidas, la más favorable para el presente proyecto es el canal revestido, puesto que tiene una menor sección, además presenta un menor perímetro mojado, y tiene una velocidad de 0.71 m/s, suficiente para que el canal no sedimente ni erosione, a la comparación de la alternativa de canal sin revestimiento alguno, que presenta mayor área hidráulica y además que presentaría problemas de sedimentación debido a que la velocidad de ese canal es de 0.51 m/s, siendo el mínimo recomendable de 0.60 m/s.

5.3. OBRAS DE ARTE (ALCANTARILLA, TOMAS PARCELARIA Y PARTIDOR SIMPLE)

El proyecto de tesis, recomienda 05 obras de arte de las cuales se hicieron los diseños estructurales respectivos, el primero es de la alcantarilla en camino de servicio, ubicada en el Km. 0+650 y el segundo comprende una sección típica, que contempla a las tomas parcelarias y al partidor simple, debido a que las dimensiones y el uso son similares solo se hizo un solo diseño.

El diseño de las obras de arte es para generar una mejor eficiencia de conducción de agua y además para salvar obstáculos como son el cruce con el camino de servicio del canal.

Las tomas parcelarias sirven para un mejor control de conducción del agua del canal hacia las parcelas, mediante mecanismos de izaje, para que maniobre el operador de sistema de riego.

El mantenimiento del canal de irrigación es más favorable con el revestimiento con concreto, debido a que no presentaría problemas de sedimentación, y no sería necesario mayor mano de obra en la ejecución del mantenimiento

A continuación, se presenta una relación de las obras de arte a construirse en el canal lateral

Cuadro N° 14, Relación de Obras de Arte Proyectadas

OBRAS DE ARTE PROYECTADAS CANAL LATERAL N° 8		
N°	UBICACIÓN	TIPO
1	Km 00 + 060	Toma parcelaria derecha
2	Km 00 + 250	Toma parcelaria derecha
3	Km 00 + 650	Alcantarilla en camino de servicio
4	Km 00 + 650	Partidor simple
5	Km 01 + 250	Toma parcelaria izquierda

Asimismo, se considera el afirmado del **camino de vigilancia** del canal lateral a partir del Km 00+ 450 hasta la progresiva 01 + 250. Que permitirá tener un adecuado acceso al canal proyectado además de realizar las actividades de operación y mantenimiento de las nuevas estructuras

5.4. Selección de Alternativa

Teniendo en consideración las características geométricas de la caja hidráulica del Canal Lateral N° 8, obtenidas tanto para la alternativa N° 01 – Canal revestidos con concreto, y alternativa N° 02 – canal sin revestir. así como también del tipo de suelo en el cual se aloja la caja del canal, las condiciones topográficas que sigue la ruta del eje del canal y su ubicación con respecto al área de riego y los efectos de erosión producidos a lo largo del canal, se ha seleccionado el revestimiento del canal con concreto.

El proyecto plantea el revestimiento de la caja hidráulica del canal con concreto F'c = 175 kg/cm2 en una longitud de 1,250.00 m y además de la construcción de obras de arte, como son: 01 partidor simple con 01 alcantarilla tipo marco en camino de servicio y 03 tomas parcelarias”, para de esta manera obtener una adecuada infraestructura de conducción de riego, con el fin incrementar la eficiencia del canal garantizando la disponibilidad hídrica. También, esta alternativa considera el

mejoramiento del camino de servicio en una longitud de 0.80 km, a partir de la progresiva Km 00 + 450 del canal lateral.

5.5. Contrastación de la hipótesis

El diseño hidráulico del canal lateral N° 08 y el diseño estructural de las obras de arte, realizadas en el presente proyecto de tesis, además de utilizar la Alternativa N° 01, canal con revestimiento de concreto simple $F'c=175 \text{ Kg/cm}^2$, mejora la conducción del agua y brindara el riego oportuno al cultivo de arroz a bajo riego, debido a que reducen las perdidas constantes de agua por filtraciones, así mismo nos proporciona mayor durabilidad del canal debido a que la velocidad con la que cuenta es de 0.71 m/s. encontrándose dentro de los límites permitidos.

Con la alternativa N° 02, canal sin revestimiento alguno, incluido las obras de arte proyectadas, brindarían el riego oportuno del cultivo de arroz, debido a que se mejora las características geométricas de la caja del canal, pero no garantiza la durabilidad del canal debido a que la velocidad con la que cuenta esta alternativa es 0.51 m/s. menor al límite permitido.

El costo total para la ejecución del proyecto con la alternativa N° 01, que es la más conveniente, Canal revestido con concreto, es la suma de S/. 971,252.99 (Novecientos setenta y un mil doscientos cincuenta y dos con 99/100 nuevos soles), con un costo de S/. 777.00 (Setecientos Setenta y Siete con 00/100 Nuevos Soles) por metro lineal, en el cual el tiempo programado para la ejecución es 60 días calendarios.

El proyecto además contempla el diseño de 03 partidores simples, que se maniobraran con mecanismos de izaje para la apertura y pase eficiente del agua del canal hacia los parcelas, lo que complementa el diseño hidráulico del proyecto.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.01. CONCLUSIONES

- Es posible mejorar la conducción del agua y brindar el riego oportuno al cultivo de Arroz en el ámbito de riego del canal Lateral N° 08 de la margen Izquierda de la Irrigación Sisa, impermeabilizando la caja del canal, mejorando las características geométricas e hidráulicas, de tal forma de incrementar el caudal, para satisfacer las condiciones exigidas para el área de riego.
- En la rehabilitación y mejoramiento del canal lateral N° 08, se ha empleado información hidrológica confiable, en función a las características climatológicas de la zona y para definir el valor de la pendiente del canal lateral, se tuvo en cuenta la topografía actual del terreno donde se aloja la caja hidráulica del canal actual, es por ello donde se tuvo el criterio de ejecutar el diseño con una pendiente de 0.0015 m/m
- La sección geométrica del canal con la alternativa de revestido de concreto (Alternativa N° 01), es trapezoidal, y fue diseñado con la condición de máxima eficiencia hidráulica.
- No es necesaria la utilización de acero (concreto armado) en la caja del canal, es por ello que no se hizo el diseño respectivo, puesto que el espesor a utilizar es de 0.10 m, solo para impermeabilizar la caja del canal.
- Es necesario la colocación de juntas de dilatación transversal cada 2.50 m., debido a que el canal se encuentra expuesto a la reacción del suelo, dando lugar a agrietamientos.

6.02. RECOMENDACIONES

- Para la elaboración de proyectos de riego, es necesario la una inspección ocular insitu a la zona del proyecto, para tener una idea clara y un mejor criterio para el diseño y la planificación de las actividades a realizar.
- Capacitar a los agricultores beneficiarios, con la finalidad de optimizar el uso del recurso agua, así como aperar el canal de manera adecuada y eficiente.
- Para el diseño de canales revestidos, considerar las condiciones de máxima eficiencia hidráulica, puesto que el canal no sufre de problemas de infiltración.
- Se recomienda ejecutar la construcción del proyecto en épocas donde se prevea menor precipitación pluvial, con la finalidad de asegurar el rendimiento y eficiencia optima en los trabajos establecidos en el presente proyecto de tesis y cumplir con el cronograma propuesto.
- Durante el diseño de la sección de la caja del canal, es recomendable comprobar los resultados del diseño, con los resultados obtenidos del programa HCANALES, Versión 2.0, de Máximo Villón Béjar.
- En el proceso constructivo utilizarán para conformar el revestimiento de la caja del canal, hormigón de río (Sisa), cemento, material de relleno, fierro corrugado y compuertas metálicas planas.

VII. BIBLIOGRAFÍA

01. CHOW, Ven Te. Hidráulica de los Canales Abiertos, Julio 1992
02. CORONADO DEL ÁGUILA, Francisco, "Diseño y construcción de canales", Lima-Perú 1992
03. GARCÍA RICO, Elmer, Manual de diseño hidráulico de canales y obras de arte, Primera edición – Abril 1987
04. PAREDES TELLO, Jorge Luis, Informe de Ingeniería "Rediseño Hidráulico del Canal principal de la irrigación Ahuashiyacu", Tarapoto – Perú 2004
05. ROCHA FELICES, Arturo, Hidráulica de tuberías y canales, Primera Edición Enero 2007
06. ROSELL CALDERÓN, César Arturo. Irrigación, Lima-Perú 2007
07. VILLÓN BÉJAR, Máximo, Hidráulica de canales, Editorial Hozlo, Lima, 1981

PÁGINAS DE INTERNET

01. http://es.wikipedia.org/wiki/Canal_de_riego
02. <http://www.blogger.com/feeds/6577987512277695482/posts/default>
03. <http://es.wikipedia.org/wiki/Bocatoma>

VIII. ANEXOS

ANEXO N° 01: COSTOS Y PRESUPUESTOS

PRESUPUESTO

Hoja resumen

Obra	0501001	TESIS: REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL N° 8, MARGEN IZQUIERDA
Localización	220205	IRRIGACIÓN SISA - DISTRITO DE SAN PABLO - PROVINCIA DE BELLAVISTA - SAN MARTIN
Fecha Al	31/05/2011	SAN MARTIN - BELLAVISTA - SAN PABLO

Presupuesto base

001	REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL N° 8, MARGEN IZ	681,450.69
	(CD) S/.	681,450.69
	COSTO DIRECTO	681,450.69
	GASTOS GENERALES	38,500.00
	EXPEDIENTE TECNICO	35,000.00
	SUPERVISION (5%)	34,072.53
	UTILIDAD (5%)	34,072.53
	SUB TOTAL	823,095.75
	IGV (18%)	148,157.24
	PRESUPUESTO TOTAL	971,252.99

Descompuesto del costo directo

MANO DE OBRA	S/.	283,595.62
MATERIALES	S/.	245,025.66
EQUIPOS	S/.	147,329.41
SUBCONTRATOS	S/.	5,500.00
Total descompuesto costo directo	S/.	681,450.69

Nota : Los precios de los recursos no incluyen I.G.V. son vigentes al : 31/05/2011

Presupuesto

Presupuesto

0501001 TESIS: REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL N° 8, MARGEN IZQUIERDA IRRIGACIÓN SISA - DISTRITO DE SAN PABLO - PROVINCIA DE BELLAVISTA - SAN MARTIN

Presupuesto

001 REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL N° 8, MARGEN IZQUIERDA IRRIGACIÓN SISA - DISTRITO DE SAN PABLO - PROVINCIA DE BELLAVISTA - SAN MARTIN

ante

UNSM

Costo al

31/05/2011

jar

SAN MARTIN - BELLAVISTA - SAN PABLO

m	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
	OBRAS PROVISIONALES				10,334.00
01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	gb	1.00	5,500.00	5,500.00
02	INSTALACION DE CAMPAMENTO	m2	50.00	79.68	3,984.00
03	CARTEL DE OBRA	pza	1.00	850.00	850.00
	TRABAJOS PRELIMINARES				22,794.56
01	REPLANTEO Y CONTROL TOPOGRAFICO	m2	6,250.00	2.82	17,625.00
02	DESBROCE Y LIMPIEZA FRANJA DE CANAL	ha	1.25	4,135.65	5,169.56
	CANAL LATERAL				492,527.02
01	CORTE DE MATERIAL ORGANICO EN CAJA DE CANAL	m3	1,534.20	15.43	23,672.71
02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL TRANSPORTADO	m3	2,908.30	47.88	139,249.40
03	EXCAVACION Y REFINE A MANO CAJA DE CANAL	m3	821.00	63.63	52,240.23
04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PAÑOS DE CANAL	m2	2,825.60	12.32	34,811.39
05	REVESTIMIENTO CON CONCRETO F'C = 175 KG/CM2, E = 0.075 M	m2	2,819.50	82.56	232,777.92
06	JUNTAS ASFALTICAS 2.5x2.5 cm	m	1,130.10	8.65	9,775.37
	OBRAS DE ARTE				52,613.11
01	REPLANTEO Y CONTROL TOPOGRAFICO PARA OBRAS DE ARTE	m2	600.00	2.92	1,752.00
02	EXCAVACION A MANO PARA ESTRUCTURAS	m3	168.00	88.18	14,814.24
03	RELLENO COMPACTADO ESPALDON DE ESTRUCTURAS	m3	67.20	67.28	4,521.22
04	CONCRETO SIMPLE fc=175 kg/cm2	m3	24.08	440.96	10,618.32
05	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	801.20	4.72	3,781.66
06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	157.85	73.48	11,598.82
07	COMPUERTA TIPO TARJETA 0.50X0.50 cm	u	5.00	1,105.37	5,526.85
	CAMINO DE SERVICIO				103,182.00
01	CORTE DE MATERIAL ORGANICO, e=0.20	m3	720.00	6.08	4,377.60
02	RELLENO COMPACTADO PLATAFORMA DE CAMINO e=0.50 cm	m3	2,340.00	14.86	34,772.40
03	AFIRMADO DE CAMINO, e=0.20 M	m2	3,200.00	20.01	64,032.00
	Costo Directo				681,450.69
	Gastos Generales				38,500.00
	Expediente Tecnico				35,000.00
	Supervision				34,072.53
	Utilidad (5%)				34,072.53
	Sub Total				823,095.75
	IGV (18%)				148,157.24
	Total del Presupuesto				971,252.99

SON : NOVECIENTOS SETENTIUN MIL DOSCIENTOS CINCUENTIDOS Y 99/100 NUEVOS SOLES

DESAGREGADO DE GASTOS GENERALES

DESAGREGADO DE GASTOS GENERALES

**TESIS : "REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL Nº 8, MARGEN IZQUIERDA IRRIGACIÓN SISA -
DISTRITO DE SAN PABLO - PROVINCIA DE BELLAVISTA - SAN MARTÍN"**

PROPIETARIO : UNSM

MOD. EJECUCION : POR CONTRATA

FECHA : AGOSTO DEL 2011

PLAZO DE DURACION : 60 DIAS CALENDARIOS

Nº ORDEN	DESCRIPCION	UND	COEF.DE PART.	CANT.	P. UNIT.	P.PARCIAL
I.- GASTOS GENERALES FIJOS						S/. 7,550.00
A	GASTOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO					
01	Control de compactación de Suelo	Und.	1.00	100.00	65.00	6,500.00
02	Control de calidad del concreto	Und.	1.00	25.00	36.00	900.00
						7,400.00
B	GASTOS VARIOS					
01	Cuaderno de obra	UND	1.00	2.00	25.00	50.00
02	Legalización notarial	EST	1.00	2.00	50.00	100.00
						150.00
II.- GASTOS GENERALES VARIABLES						S/. 30,950.00
A	SUEDOS DE EMPLEADOS					
01	Ingº Residente de Obra	MES	1.00	2.00	5,500.00	11,000.00
03	Ingº Asistente de Campo	MES	1.00	2.00	3,500.00	7,000.00
04	Secretaria	MES	1.00	2.00	1,000.00	2,000.00
05	Ing. Liquidador	MES	1.00	1.00	3,000.00	3,000.00
						23,000.00
B	PERSONAL A JORNAL					
01	Guardian	MES	2.00	2.00	1,000.00	2,000.00
02	Almacenero	MES	2.00	2.00	1,200.00	2,400.00
						4,400.00
C	ALQUILER BIENES MUEBLES					
01	Computadoras Portatil	MES	1.00	1.00	300.00	300.00
02	Impresora Laser	MES	1.00	1.00	150.00	150.00
						450.00
D	GASTOS VARIOS					
01	Vestuario del personal	EST	1.00	1.00	650.00	650.00
02	Utiles de escritorio	EST	1.00	2.00	400.00	800.00
03	Servicios de telefonía	EST	1.00	2.00	50.00	100.00
04	Botiquin y medicamentos	EST	1.00	1.00	550.00	550.00
05	Implementos de seguridad	EST	1.00	1.00	1,000.00	1,000.00
						3,100.00
	GASTOS GENERALES - TOTAL	S/.				38,500.00
	COSTO DIRECTO	S/.				681,450.69
	% DE GASTOS GENERALES					5.649712%

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0501001	TESIS: REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL N° 8, MARGEN IZQUIERDA IRRIGACIÓN SISA - DISTRITO DE SAN PABLO - PROVINCIA DE BELLAVISTA - SAN MARTIN				
Subpresupuesto	001	REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL N° 8, MARGEN IZQUIERDA IRRIGACIÓN SISA - DISTRITO DE SAN PABLO - PROVINCIA DE BELLAVISTA - SAN MARTIN			Fecha presupuesto	31/05/2011

Partida	01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO				
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb		5,500.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.
	Subcontratos					Parcial S/.
0401030005	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS		glb		1.00000	5,500.00
						5,500.00

Partida	01.02	INSTALACION DE CAMPAMENTO				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : m2		79.68
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.
	Mano de Obra					Parcial S/.
0147010001	CAPATAZ		hh	1.0000	0.20000	15.81
0147010003	OFICIAL		hh	1.0000	0.20000	12.61
0147010004	PEON		hh	6.0000	1.20000	11.40
						19.36
	Materiales					
0202000010	ALAMBRE NEGRO # 16		kg		1.00000	5.00
0202170001	CLAVOS PARA CALAMINA		kg		0.05000	7.00
0243040000	MADERA TORNILLO		p2		6.00000	3.00
0259050005	PLANCHA DE CALAMINA DE ALUMINIO DE 1.83m X 0.83m X 3mm		pza		1.20000	30.00
						59.35
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.00000	19.36
						0.97
						0.97

Partida	01.03	CARTEL DE OBRA				
Rendimiento	pza/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : pza		850.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.
	Materiales					Parcial S/.
0202030008	CARTEL DE OBRA		pza		1.00000	850.00
						850.00

Partida	02.01	REPLANTEO Y CONTROL TOPOGRAFICO				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por : m2		2.82
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.
	Mano de Obra					Parcial S/.
0147000032	TOPOGRAFO		hh	2.0000	0.04000	14.37
0147010003	OFICIAL		hh	2.0000	0.04000	12.61
0147010004	PEON		hh	4.0000	0.08000	11.40
						1.98
	Materiales					
0229060005	YESO DE 28 Kg		bls		0.01000	30.00
						0.30
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.00000	1.98
0349190003	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE		he	1.0000	0.02000	12.00
0349880003	TEODOLITO		hm	1.0000	0.02000	12.00
						0.54

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0501001	TESIS: REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL N° 8, MARGEN IZQUIERDA IRRIGACIÓN SISA - DISTRITO DE SAN PABLO - PROVINCIA DE BELLAVISTA - SAN MARTIN				
Subpresupuesto	001	REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL N° 8, MARGEN IZQUIERDA IRRIGACIÓN SISA - DISTRITO DE SAN PABLO - PROVINCIA DE BELLAVISTA - SAN MARTIN			Fecha presupuesto	31/05/2011

Partida	02.02	DESBROCE Y LIMPIEZA FRANJA DE CANAL				
Rendimiento	ha/DIA	MO. 0.5000	EQ. 0.5000	Costo unitario directo por : ha		4,135.65
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	16.00000	15.81	252.96
0147010004	PEON	hh	7.0000	112.00000	11.40	1,276.80
						1,529.76
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	1,529.76	45.89
0349040033	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	1.0000	16.00000	160.00	2,560.00
						2,605.89
Partida	03.01	CORTE DE MATERIAL ORGANICO EN CAJA DE CANAL				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m3		15.43
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.5000	0.04000	15.81	0.63
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.08000	11.40	0.91
0147010023	CONTROLADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.08000	12.61	1.01
						2.55
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	2.55	0.08
0349040033	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	1.0000	0.08000	160.00	12.80
						12.88
Partida	03.02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL TRANSPORTADO				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : m3		47.88
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.5000	0.50000	15.81	7.91
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	1.00000	12.61	12.61
0147010004	PEON	hh	1.0000	1.00000	11.40	11.40
						31.92
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	31.92	0.96
0349030001	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	1.0000	1.00000	15.00	15.00
						15.96
Partida	03.03	EXCAVACION Y REFINE A MANO CAJA DE CANAL				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 2.5000	EQ. 2.5000	Costo unitario directo por : m3		63.63
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.5000	1.60000	15.81	25.30
0147010004	PEON	hh	1.0000	3.20000	11.40	36.48
						61.78
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	61.78	1.85
						1.85

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0501001	TESIS: REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL N° 8, MARGEN IZQUIERDA IRRIGACIÓN SISA - DISTRITO DE SAN PABLO - PROVINCIA DE BELLAVISTA - SAN MARTIN				
Subpresupuesto	001	REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL N° 8, MARGEN IZQUIERDA IRRIGACIÓN SISA - DISTRITO DE SAN PABLO - PROVINCIA DE BELLAVISTA - SAN MARTIN			Fecha presupuesto	31/05/2011

Partida	03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PAÑOS DE CANAL				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m2		12.32
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2500	0.02500	15.81	0.40
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.20000	14.37	2.87
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.10000	12.61	1.26
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.20000	11.40	2.28
						6.81
	Materiales					
0202000010	ALAMBRE NEGRO # 16	kg		0.00500	5.00	0.03
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.00500	5.00	0.03
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		1.75000	3.00	5.25
						5.31
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	6.81	0.20
						0.20

Partida	03.05	REVESTIMIENTO CON CONCRETO F'C = 175 KG/CM2, E = 0.075 M				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m2		82.56
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2500	0.13333	15.81	2.11
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.53333	14.37	7.66
0147010004	PEON	hh	2.0000	1.06667	11.40	12.16
						21.93
	Materiales					
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		1.45000	22.50	32.63
0238000000	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3		0.22000	100.00	22.00
0239050000	AGUA	m3		0.00330	2.50	0.01
						54.64
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	21.93	0.66
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11p3	hm	1.0000	0.53333	10.00	5.33
						5.99

Partida	03.06	JUNTAS ASFALTICAS 2.5x2.5 cm				
Rendimiento	m/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m		8.65
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.08000	12.61	1.01
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.16000	11.40	1.82
						2.83
	Materiales					
0204000000	ARENA FINA	m3		0.00200	70.00	0.14
0213000006	ASFALTO RC-250	gal		0.28000	20.00	5.60
						5.74
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	2.83	0.08
						0.08

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0501001	TESIS: REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL N° 8, MARGEN IZQUIERDA IRRIGACIÓN SISA - DISTRITO DE SAN PABLO - PROVINCIA DE BELLAVISTA - SAN MARTIN		
Subpresupuesto	001	REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL N° 8, MARGEN IZQUIERDA IRRIGACIÓN SISA - DISTRITO DE SAN PABLO - PROVINCIA DE BELLAVISTA - SAN MARTIN		Fecha presupuesto 31/05/2011

Partida	04.01	REPLANTEO Y CONTROL TOPOGRAFICO PARA OBRAS DE ARTE				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por : m2		2.92
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0147000032	TOPOGRAFO	hh	2.0000	0.04000	14.37	0.57
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.04000	12.61	0.50
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.08000	11.40	0.91
						1.98
	Materiales					
0229060005	YESO DE 28 Kg	bls		0.01000	30.00	0.30
0244010000	ESTACA DE MADERA TORNILLO TRATADA	p2		0.02000	5.00	0.10
						0.40
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	1.98	0.06
0349190003	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	he	1.0000	0.02000	12.00	0.24
0349880003	TEODOLITO	hm	1.0000	0.02000	12.00	0.24
						0.54

Partida	04.02	EXCAVACION A MANO PARA ESTRUCTURAS				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 2.5000	EQ. 2.5000	Costo unitario directo por : m3		88.18
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2500	0.80000	15.81	12.65
0147010004	PEON	hh	2.0000	6.40000	11.40	72.96
						85.61
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	85.61	2.57
						2.57

Partida	04.03	RELLENO COMPACTADO ESPALDON DE ESTRUCTURAS				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : m3		67.28
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2500	0.25000	15.81	3.95
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	1.00000	12.61	12.61
0147010004	PEON	hh	3.0000	3.00000	11.40	34.20
						50.76
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	50.76	1.52
0349030001	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	1.0000	1.00000	15.00	15.00
						16.52

Análisis de precios unitarios

Presupuesto0501001 TESIS: REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL N° 8, MARGEN IZQUIERDA IRRIGACIÓN SISA - DISTRITO DE SAN PABLO - PROVINCIA DE BELLAVISTA - SAN MARTIN

Subpresupuesto001 REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL N° 8, MARGEN IZQUIERDA IRRIGACIÓN SISA - DISTRITO DE SAN PABLO - PROVINCIA DE BELLAVISTA - SAN MARTIN

Fecha presupuesto31/05/2011

Partida	04.04	CONCRETO SIMPLE f _c =175 kg/cm2				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m3		440.96
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.80000	15.81	12.65
0147010002	OPERARIO	hh	3.0000	2.40000	14.37	34.49
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	1.60000	12.61	20.18
0147010004	PEON	hh	10.0000	8.00000	11.40	91.20
						158.52
Materiales						
0205000022	GRAVA CANTO RODADO	m3		0.76000	100.00	76.00
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.51000	70.00	35.70
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		7.00000	22.50	157.50
0239050000	AGUA	m3		0.19000	2.50	0.48
						269.68
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	158.52	4.76
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9-11p3	hm	1.0000	0.80000	10.00	8.00
						12.76
Partida	04.05	ACERO DE REFUERZO f _y =4200 kg/cm2				
Rendimiento	kg/DIA	MO. 280.0000	EQ. 280.0000	Costo unitario directo por : kg		4.72
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.02860	14.37	0.41
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.02860	12.61	0.36
						0.77
Materiales						
0202000010	ALAMBRE NEGRO # 16	kg		0.05000	5.00	0.25
0203020003	ACERO CORRUGADO f _y =4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.05000	3.50	3.68
						3.93
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	0.77	0.02
						0.02
Partida	04.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 9.0000	EQ. 9.0000	Costo unitario directo por : m2		73.48
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.08890	15.81	1.41
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.88890	14.37	12.77
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.88890	12.61	11.21
0147010004	PEON	hh	3.0000	2.66670	11.40	30.40
						55.79
Materiales						
0202000010	ALAMBRE NEGRO # 16	kg		0.05000	5.00	0.25
0202000015	ALAMBRE NEGRO # 8	kg		0.30000	5.00	1.50
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.31000	5.00	1.55
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		4.24000	3.00	12.72
						16.02
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	55.79	1.67
						1.67

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0501001	TESIS: REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL N° 8, MARGEN IZQUIERDA IRRIGACIÓN SISA - DISTRITO DE SAN PABLO - PROVINCIA DE BELLAVISTA - SAN MARTIN		
Subpresupuesto	001	REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL N° 8, MARGEN IZQUIERDA IRRIGACIÓN SISA - DISTRITO DE SAN PABLO - PROVINCIA DE BELLAVISTA - SAN MARTIN		Fecha presupuesto 31/05/2011

Partida	04.07	COMPUERTA TIPO TARJETA 0.50X0.50 cm				
Rendimiento	u/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : u		1,105.37
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.80000	15.81	12.65
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	8.00000	14.37	114.96
0147010004	PEON	hh	1.0000	8.00000	11.40	91.20
						218.81
	Materiales					
0250020009	COMPUERTAS FIERRO CON VOLANTE	u		1.00000	880.00	880.00
						880.00
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	218.81	6.56
						6.56

Partida	05.01	CORTE DE MATERIAL ORGANICO, e=0.20				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 570.0000	EQ. 570.0000	Costo unitario directo por : m3		6.08
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.01400	15.81	0.22
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.08420	11.40	0.96
0147010023	CONTROLADOR OFICIAL	hh	2.0000	0.02810	12.61	0.35
						1.53
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	1.53	0.05
0349040033	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	2.0000	0.02810	160.00	4.50
						4.55

Partida	05.02	RELLENO COMPACTADO PLATAFORMA DE CAMINO e=0.50 cm				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m3		14.86
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	hh	0.2000	0.00320	12.61	0.04
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.03200	11.40	0.36
						0.40
	Materiales					
0239050000	AGUA	m3		0.01500	2.50	0.04
						0.04
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00000	0.40	0.02
0348040034	CAMION VOLQUETE 12 m3	hm	4.0000	0.06400	100.00	6.40
0349040008	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd3	hm	1.0000	0.01600	180.00	2.88
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.01600	160.00	2.56
0349110010	RODILLO LISO VIBRATORIO	hm	1.0000	0.01600	160.00	2.56
						14.42

Análisis de precios unitarios

Presupuesto

0501001

TESIS: REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL N° 8, MARGEN IZQUIERDA IRRIGACIÓN SISA - DISTRITO DE SAN PABLO - PROVINCIA DE BELLAVISTA - SAN MARTIN

Subpresupuesto

001

REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL N° 8, MARGEN IZQUIERDA IRRIGACIÓN SISA - DISTRITO DE SAN PABLO - PROVINCIA DE BELLAVISTA - SAN MARTIN

Fecha presupuesto

31/05/2011

Partida	05.03	AFIRMADO DE CAMINO, e=0.20 M				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m2		20.01
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.
	Mano de Obra					Parcial S/.
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1000	0.00080	15.81
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	0.00800	14.37
0147010004	PEON		hh	3.0000	0.02400	11.40
						0.39
	Materiales					
0205010000	AFIRMADO		m3		0.13000	100.00
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS		gal		0.15000	11.00
						14.65
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.00000	0.39
0348040034	CAMION VOLQUETE 12 m3		hm	3.0000	0.02400	100.00
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP		hm	1.0000	0.00800	160.00
0349110010	RODILLO LISO VIBRATORIO		hm	1.0000	0.00800	160.00
						4.97

PRECIOS E INSUMOS

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	0501001	TESIS: REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL N° 8, MARGEN IZQUIERDA IRRIGACIÓN SISA - DISTRITO DE SAN PABLO - PROVINCIA DE BELLAVISTA - SAN MARTIN			
Subpresupuesto	001	REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL N° 8, MARGEN IZQUIERDA IRRIGACI			
Fecha	31/05/2011				
Lugar	220205	SAN MARTIN - BELLAVISTA - SAN PABLO			
Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
0147000032	TOPOGRAFO	hh	271.71190	14.37	3.904.50
0147010001	CAPATAZ	hh	3.508.38459	15.81	55.467.56
0147010002	OPERARIO	hh	2.352.70647	14.37	33.808.39
0147010003	OFICIAL	hh	3.839.10943	12.61	48.411.17
0147010004	PEON	hh	12.298.46123	11.40	140.202.46
0147010023	CONTROLADOR OFICIAL	hh	142.86614	12.61	1.801.54
					283,595.62
MATERIALES					
0202000010	ALAMBRE NEGRO # 16	kq	114.90610	5.00	574.53
0202000015	ALAMBRE NEGRO # 8	kq	47.35500	5.00	236.78
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kq	65.88710	5.00	329.44
0202030008	CARTEL DE OBRA	pza	1.00000	850.00	850.00
0202170001	CLAVOS PARA CALAMINA	kq	2.50000	7.00	17.50
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kq	842.40457	3.50	2.948.42
0204000000	ARENA FINA	m3	2.26020	70.00	158.21
0205000022	GRAVA CANTO RODADO	m3	18.30080	100.00	1.830.08
0205010000	AFIRMADO	m3	416.00000	100.00	41.600.00
0205010004	ARENA GRUESA	m3	12.28080	70.00	859.66
0213000006	ASFALTO RC-250	gal	316.42850	20.00	6.328.57
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls	4.257.46133	22.50	95.792.88
0229060005	YESO DE 28 Kg	bls	68.50000	30.00	2.055.00
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS	gal	480.00000	11.00	5.280.00
0238000000	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3	620.28990	100.00	62.028.99
0239050000	AGUA	m3	53.34136	2.50	133.35
0243040000	MADERA TORNILLO	p2	5.914.08067	3.00	17.742.24
0244010000	ESTACA DE MADERA TORNILLO TRATADA	p2	12.00000	5.00	60.00
0250020009	COMPUERTAS FIERRO CON VOLANTE	u	5.00000	880.00	4.400.00
0259050005	PLANCHA DE CALAMINA DE ALUMINIO DE 1.83m X 0.83m X 3mm	pza	60.00000	30.00	1.800.00
					245,025.65
EQUIPOS					
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11p3	hm	1.522.05750	10.00	15.220.58
0348040034	CAMION VOLQUETE 12 m3	hm	226.56000	100.00	22.656.00
0349030001	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	2.975.50000	15.00	44.632.50
0349040008	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd3	hm	37.44000	180.00	6.739.20
0349040033	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	162.98600	160.00	26.077.76
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	63.04000	160.00	10.086.40
0349110010	RODILLO LISO VIBRATORIO	hm	63.04000	160.00	10.086.40
0349190003	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	he	137.00000	12.00	1.644.00
0349880003	TEODOLITO	hm	137.00000	12.00	1.644.00
					138,786.84
SUBCONTRATOS					
0401030005	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	qib	1.00000	5.500.00	5.500.00
					5,500.00
Total				S/.	672,908.11

METRADOS

RESUMEN DE METRADOS

1.0 OBRAS PROVISIONALES

1.1 Movilización y desmovilización de maquinaria y equipo

Total partida = 1.0 Global

1.2 Instalación de almacén.

Considera ambientes para almacén de insumos y oficina de ingeniería.

Largo = 10.00 m
Ancho = 5.00 m
Área = (10.00 m) (5.00 m) = 50.00 m²
Área = 50.00 m²

Total partida = 50.00 m²

1.3 Cartel de obra.

Se considera la instalación de un (01) cartel de obra.

Total partida = 1.00 pieza

2.0 TRABAJOS PRELIMINARES

2.1 Replanteo y control topográfico.

CANAL	DIMENSIONES (m)		ÁREA (m ²)
	LARGO	ANCHO	
LATERAL N° 8	1,250.00	5.00	6,250.00
TOTAL			6,250.00

Total partida : 6,250.00 m²

2.2 Desbroce y limpieza franja de canal

CANAL	DIMENSIONES (m)		ÁREA (ha)
	LARGO	ANCHO	
LATERAL Nº 8	1,250	10.00	1.25
TOTAL			1.25

Total partida = 1.25 ha.

3.0 CANAL LATERAL.

3.1 Corte de material orgánico caja de canal.

(Según planilla de metrados).

Volumen de corte (Km 00 + 000 al Km 01 + 100) = 1,350.08 m³

Volumen de corte (Km 01 + 100 al Km 01 + 250) = 184.10 m³

Volumen Total = 1,534.18 = 1,534.20 m³

(Ver planilla de metrados).

Total partida = 1,534.20 m³

3.2 Relleno compactado con material transportado.

(Según planilla de metrados)

VR = Volumen material orgánico + VR a nivel de plataforma.

VR a nivel de plataforma = (Volumen Km 00+000 al Km 01+100) + (Vol Km 01+100 al Km 01+250).

VR a nivel de plataforma = (1,209.20 m³) + (164.90 m³) = **1,374.10 m³**

Por lo tanto:

VR = 1,534.20 + 1,374.10 = 2,908.30 m³

Total partida = 2,908.30 m³

3.3 Excavación y refine a mano caja de canal.

Volumen excav caja de canal = Área de corte caja de canal x Longitud canal

Volumen excav caja de canal = (0.6568 m²)(1,250 m)

Total partida = 821.00 m³

3.4 Encofrado y desencofrado paños de canal.

Numero de paños = $1,250\text{m}/2.50\text{m} = 500 + 1 = 501$ paños

Área de cada paño = $2.50 \times \text{Perímetro de canal} = 2.50\text{m} \times 2.2556\text{m}$

Área de cada paño = $5.64 \text{ m}^2/\text{pañó}$

Área total de encofrado = $5.64 \text{ m}^2/\text{pañó} \times 501 \text{ paño} = 2,825.60 \text{ m}^2$

Total Partida = 2,825.60 m²

3.5 Revestimiento con concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, $e = 0.075 \text{ m}$

El metrado se calcula en función al área de la sección de revestimiento.

Área de revestimiento = $\text{perímetro} \times \text{longitud de canal}$

Área de revestimiento = $2.2556 \text{ m} \times 1,250.00\text{m}$

Área de revestimiento = $2,819.50 \text{ m}^2$

Total partida = 2,819.50 m²

3.6 Junta asfáltica $2.5 \times 2.5 \text{ cm}$

Longitud = $\text{perímetro} \times \text{numero de paños}$.

Longitud = $2.2556\text{m} \times 501 = 1,130.10 \text{ m}$

Total partida = 1,130.10 m

4.0 OBRAS DE ARTE.

4.1 Replanteo y control topográfico para obras de arte.

Área de cada obra de arte = $10.00 \times 10.00 = 100.00 \text{ m}^2$

Área Total = $(\text{Numero de obras de arte}) \times (\text{área de cada obra de arte})$

Área total = $6 (100.00) = 600.00 \text{ m}^2$

Total partida = 600.00 m²

4.2 Excavación a mano para estructuras.

Volumen obra de arte = Área obra de arte x profundidad de excavación

Volumen = $100.00\text{m}^2 \times (0.55 + 0.15)\text{m} = 100.00 \times 0.70 = 70.00\text{m}^3$

Volumen total = número de obras de arte x Volumen obra arte

Volumen total = $4(70.00) = 280.00\text{ m}^3$

De esta cantidad, solo el 60%

Total partida = 168.00 m3

4.3 Relleno compactado espaldón de estructuras.

Se considera el 40% del material excavado para estructuras

Volumen = $168 \times 0.40 = 67.20$

Total partida = 67.20 m3

4.4 Concreto $f'c = 175\text{ Kg/cm}^2$.

(Ver cuadro adjunto)

Total partida = 24.08 m3

4.5 Acero de refuerzo $f'c = 4,200\text{ kg/cm}^2$.

(Ver cuadro adjunto)

Total partida = 801.20 kg

4.6 Encofrado y desencofrado.

(Ver cuadro adjunto)

Total partida = 157.85 m2

CUADRO ADJUNTO DE METRADOS

Tipo obra de arte	Unid.	Encofrado (m2)	Acero de refuerzo (kg)	Concreto $f'c =$ 175 kg/cm2 (m3)
Toma parcelaria	03	105.00	355.50	10.50
Partidor simple mas alcantarilla en camino de servicio	01	52.85	445.70	13.58
TOTAL	04	157.85	801.20	24.08

4.7 Compuerta tipo tarjeta 0.50x0.50m

Se considera por unidades, según el número de obras de arte.

Total compuertas = 5 unidades

Total partida = 5 compuertas metálicas.

5.0 CAMINO DE VIGILANCIA.

05.01 Eliminación de material orgánico e = 0.20 m

Ancho de prisma = 4.50m

Longitud de prisma = 800.00m

Espesor de prisma = 0.20m

Volumen = $(4.50)(800.00)(.20) = 720.00 \text{ m}^3$

Total partida = 720.00 m3

05.02 Relleno compactado plataforma de camino, e = 0.50m

Ancho de prisma = 4.50m

Longitud de prisma = 800.00m

Espesor de prisma = 0.50m

Volumen = $(4.50)(800.00)(0.50) = 1,800.00 \text{ m}^3$

Coef, esponjamiento = 1.30

Volumen = $(1,800.00)(1.30) \text{ m}^3$

Total partida = 2,340.00 m3

05.03 Afirmado camino de servicio, e = 0.20m

Ancho de rodadura = 4.00m

Longitud de prisma = 800.00m

Área de afirmado = $(4.00)(800.00) = 3,200.00 \text{ m}^2$

Total partida = 3,200.00 m2

ANEXO N° 02: CRONOGRAMAS

BARRAS GANTT

ANEXO N° 03: DATOS METEOROLÓGICOS

CUADRO N° 15
CEDULA DE CULTIVO DE ARROZ

CAMPAÑA	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.
Chica o Baja	83.50	83.50	83.50	83.50	83.50	83.50						
Principal o Alta							83.50	83.50	83.50	83.50	83.50	83.50
TOTAL	83.50	83.50	83.50	83.50	83.50	83.50	83.50	83.50	83.50	83.50	83.50	83.50

Fuente: Junta de Usuarios Huallaga Central ATDR-HC. Elaboración propia

CUADRO N° 16

COEFICIENTES DEL CULTIVO (Kc)

CULTIVOS	MESES											
	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
ARROZ (**)	1.10	1.10	1.05	1.05	1.00	0.95						
ARROZ (*)							1.10	1.10	1.05	1.05	1.00	0.95

(*) CULTIVO CAMPAÑA PRINCIPAL O ALTA

(**) CULTIVO CAMPAÑA CHICA O BAJA

CUADRO N° 17

PORCENTAJE DE HORAS DE LUZ DIARIAS (P)

(FORMULA DE BLANNEY & CRIDDLE AMÉRICA DEL SUR)

LATITUD SUR	MESES											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0°	8.68	7.66	8.49	8.21	8.50	8.22	8.50	8.49	8.21	8.50	8.22	8.50
5°	8.68	7.76	8.51	8.15	8.34	8.05	8.33	8.38	8.19	8.56	8.37	8.68
06° 50'	8.75	7.81	8.52	8.13	8.27	8.00	8.25	8.33	8.18	8.58	8.24	8.76
10°	8.86	7.87	8.53	8.09	8.18	7.86	8.14	8.27	8.17	8.62	8.53	8.88
15°	9.05	7.98	8.55	8.02	8.02	7.65	7.95	8.15	8.15	8.68	8.70	9.10
20°	9.24	8.09	8.57	7.94	7.85	7.43	7.76	8.03	8.13	8.76	8.87	9.33
25°	9.46	8.21	8.60	7.84	7.66	7.20	7.54	7.90	8.11	8.86	9.04	9.58
30°	9.70	8.33	8.62	7.73	7.45	6.96	7.31	7.76	8.07	9.97	9.24	9.85
32°	9.81	8.39	8.63	7.68	7.36	6.85	7.21	7.70	8.06	9.01	9.33	9.96

Fuente: SENAMHI – SAN MARTIN.

06°50' : comprende la ubicación del área de riego del canal lateral N°08 margen izquierda irrigación Sisa.

CUADRO N° 18
TEMPERATURA PROMEDIO MENSUAL °C
(PERIODO 1998 – 2008)
Estación: CO Bellavista

DISTRITO : Bellavista
PROVINCIA : Bellavista
REGIÓN : San Martín.

LATITUD : 07° 03'00" S
LONGITUD : 76° 33'00" W
ALTITUD : 247 msnm.

AÑO	MESES											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1998	28.00	28.10	27.40	27.40	26.60	25.70	26.00	27.40	26.60	27.00	27.40	27.30
1999	26.30	26.10	26.30	25.30	25.40	25.60	24.80	25.30	26.70	26.40	26.80	27.00
2000	26.70	26.00	26.30	25.60	26.20	26.20	24.70	26.10	26.40	26.60	27.80	26.60
2001	26.10	25.90	25.90	25.90	26.40	24.80	25.70	25.80	26.00	27.30	27.40	26.80
2002	27.40	27.20	26.90	26.50	26.60	25.80	25.20	26.00	26.80	26.80	27.10	27.70
2003	28.10	27.10	26.30	26.40	25.80	25.80	25.30	26.00	26.60	27.60	27.20	26.60
2004	28.10	27.00	26.70	27.20	26.80	25.10	25.40	25.30	25.80	27.40	27.50	27.20
2005	28.00	27.30	27.40	26.50	27.00	26.80	25.90	26.90	27.60	27.60	27.30	27.10
2006	27.00	26.90	26.70	26.40	26.10	26.40	26.20	26.70	27.40	28.20	27.40	27.80
2007	28.00	28.30	26.70	26.70	26.30	26.50	26.20	26.60	26.40	27.30	26.90	27.30
2008	27.10	26.70	26.10	26.60	26.00	25.60	26.20	27.20	26.80	26.90	27.30	
TOTAL	300.80	296.60	292.70	290.50	289.20	284.30	281.60	289.30	293.10	299.10	300.10	271.40
PROMEDIO	27.30	27.00	26.60	26.40	26.30	25.80	25.60	26.30	26.60	27.20	27.30	27.10

Fuente: SENAMHI – SAN MARTIN.

CUADRO N° 19
PRECIPITACIÓN MENSUAL Y ANUAL (mm)
(PERIODO 1998 – 2008)
Estación: CO “BELLAVISTA”

DISTRITO : Bellavista
PROVINCIA : Bellavista
REGIÓN : San Martín.

LATITUD : 07° 03' 00 S
LONGITUD : 76° 33' 00 W
ALTITUD : 247.00 msnm.

AÑO	MESES											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1998	22.50	98.40	157.90	43.80	35.90	67.20	33.50	47.10	78.50	252.00	38.20	149.60
1999	242.30	210.30	46.60	116.60	165.60	79.90	38.50	46.60	89.50	38.20	117.10	154.50
2000	71.90	193.10	124.90	134.00	13.60	108.70	90.60	37.30	30.00	33.00	78.80	163.90
2001	74.70	135.50	143.50	94.20	53.30	54.30	27.50	41.50	83.60	158.50	116.60	131.60
2002	11.80	15.30	151.50	80.90	79.00	61.60	70.50	68.40	91.00	130.60	17.30	18.50
2003	40.00	73.00	79.30	123.30	171.30	100.70	8.90	76.90	38.50	97.00	152.60	156.50
2004	36.90	32.50	61.70	99.50	17.10	50.10	122.30	49.60	55.00	105.70	135.50	156.00
2005	26.40	145.00	120.70	121.10	34.00	25.90	22.70	43.90	10.80	45.10	276.60	175.20
2006	69.60	62.70	163.50	81.80	11.40	24.70	32.60	41.00	41.10	18.40	140.00	22.50
2007	19.90	49.10	209.10	42.20	209.50	34.40	1.20	37.20	64.60	100.00	137.60	22.10
2008	12.80	71.20	162.60	161.10	69.30	52.10	38.60	38.40	35.80	126.30	82.30	
TOTAL	628.80	1,086.10	1,421.30	1,098.50	860.00	659.60	486.90	527.90	618.40	1,104.80	1,292.60	1,150.40
PROMEDIO	57.20	98.70	129.20	99.90	78.20	60.00	44.30	48.00	56.20	100.40	117.50	115.00

Fuente: SENAMHI – SAN MARTIN.

CUADRO N° 20

PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) ORDENADA DE MANERA DESCENDENTE, CÁLCULO DE LA PERSISTENCIA Y DE LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA AL 75% DE PERSISTENCIA

Estación: CO Bellavista

N° (m)	MESES												f=m/(n+1)
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
1	242.30	210.30	209.10	161.10	209.50	108.70	122.30	76.90	91.00	252.00	276.60	175.20	0.08
2	74.70	193.10	163.50	134.00	171.30	100.70	90.60	68.40	89.50	158.50	152.60	163.90	0.17
3	71.90	145.00	162.60	123.30	165.60	79.90	70.50	49.60	83.60	130.60	140.00	156.50	0.25
4	69.60	135.50	157.90	121.10	79.00	67.20	38.60	47.10	78.50	126.30	137.60	156.00	0.33
5	40.00	98.40	143.50	116.60	69.30	61.60	38.50	46.60	64.60	105.70	135.50	154.50	0.42
6	36.90	71.12	124.90	99.50	53.30	54.30	33.50	43.90	55.00	100.00	117.10	149.60	0.50
7	26.40	62.70	120.70	94.20	35.90	52.10	32.60	41.50	41.10	97.00	116.60	131.60	0.58
8	22.50	49.10	79.30	81.80	34.00	50.10	27.50	41.00	38.50	45.10	82.30	22.50	0.67
9	19.90	32.50	61.70	80.90	17.10	34.40	22.70	38.40	35.80	38.20	78.80	22.10	0.75
10	12.80	15.30	46.60	43.80	13.60	25.90	8.90	37.30	30.00	33.00	38.20	18.50	0.83
11	11.80	98.70	129.20	42.20	11.40	24.70	1.20	37.20	10.80	18.40	17.30		0.92
PROMEDIO	57.20	98.70	129.20	99.90	78.20	60.00	44.30	48.00	56.20	100.40	117.50	115.00	
Prob. 75%	19.90	32.50	61.70	80.90	17.10	34.40	22.70	38.40	35.80	38.20	78.80	22.10	0.75

n = Número de datos.

f = Frecuencia.

PRECIPITACIÓN EFECTIVA (PE) EN mm AL 75 % DE PERSISTENCIA.

P. E	MESES											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
PE: 75%	14.90	36.80	59.50	60.70	12.80	25.80	17.00	28.80	26.90	28.70	59.10	16.60

Fuente: SENAMHI – SAN MARTIN. Elaboración propia

ANEXO N° 04: ESTUDIOS DE SUELOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC N° 119 - MOVIL 429629312-9627162
MORALES - PERU

Proyecto: REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL N° 08 IRRIGACION SISA M.I. DISTRITO SAN PABLO

Localización del Proyecto: DISTRITO SAN PABLO, PROVINCIA BELLAVISTA, REGION SAN MARTIN

Zona

Descripción del Suelo: Suelo arcillosos inorganicos

Profundidad de la Muestra:

Hecho Por: Tec. Robert Navarro Mori

Calicata:

C - 01

Fecha:

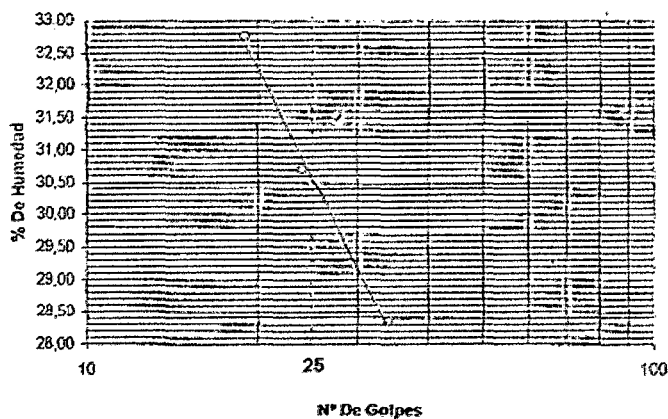
17/12/2009

Determinación del Límite Líquido

ASTM D-4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	56,74	56,54	56,30
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	100,09	99,99	95,64
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	89,39	89,78	86,95
PESO DEL AGUA grs	10,70	10,21	8,69
PESO DEL SUELO SECO grs	32,65	33,24	30,65
% DE HUMEDAD	32,77	30,72	28,35
NUMERO DE GOLPES	19	24	34

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Indice de Flujo Fi	0,44
Límite de contracción (%)	NR
Límite Líquido (%)	30,56
Límite Plástico (%)	18,23
Indice de Plasticidad Ip (%)	12,33
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-7(11)
Indice de consistencia Ic	0,56

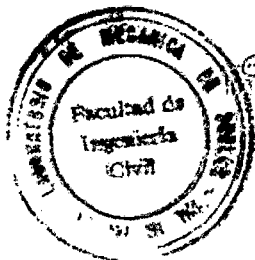
Determinación del Límite Plástico

ASTM D-4318

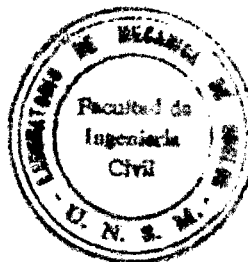
LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	12,48	12,43	12,51
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	50,34	50,98	49,99
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	44,51	45,03	44,21
PESO DEL AGUA grs	5,83	5,95	5,78
PESO DEL SUELO SECO grs	32,03	32,60	31,70
% DE HUMEDAD	18,20	18,25	18,23
% PROMEDIO		18,23	

LIMITE DE CONTRACCION ASTM D-427

Ensayo N°	
Peso Rec + Suelo húmedo Gr.	
Peso Rec + Suelo seco Gr.	
Peso de rec. De contracción Gr.	
Peso del suelo seco Gr.	
Peso del agua Gr.	NR
Humedad %	
Volumen Inicial (Suelo Húmedo) cm ³	
Volumen Final (Suelo Seco) cm ³	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	



Hugo Sánchez Mercado
LAB. MEC. SUELOS Y PAVIMENTOS
REG. CIP N° 37393



[Handwritten signature]



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 571402 - ANEXO FIC N° 119 - MOVIL 429628312-9527162
MORALES - PERU

Proyecto: REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL N° 02 IRRIGACION SISA M.I. DISTRITO SAN PABLO

Localización del Proyecto: DISTRITO SAN PABLO, PROVINCIA BELLAVISTA, REGION SAN MARTIN

Zona

Descripción del Suelo: Suelo arcillosos inorgánicos

Profundidad de la Muestra:

Calicata:

C. 01

Hecho Por: Tec. Robert Navarro Mori

Fecha:

17/12/2009

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo
5"	127.00					Modulo de Fines AF:
4"	101.60					Modulo de Fines AG:
3"	76.20					Equivalente de Arena:
2"	50.80					Descripción Muestra:
1 1/2"	38.10					Grupo suelos partículas finas Sub-Grupo: Limos y arcillas con LL 3/4 50% CL A-7(11)
1"	25.40					Arcilla inorgánica de mediana plasticidad color marrón con trazas de arcilla amarilla con clasificación 4/5
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N° 4	4.760			100.00%		
N° 8	2.380	5.99	1.56%	98.44%		
N° 10	2.000	1.71	0.44%	98.00%		
N° 16	1.180	4.97	1.29%	96.71%		
N° 20	0.840	3.64	0.95%	95.76%		
N° 30	0.590	3.95	1.03%	94.74%		
N° 40	0.426	4.50	1.17%	93.57%		
N° 50	0.287	7.98	2.07%	91.50%		
N° 60	0.250	5.12	1.33%	90.17%		
N° 80	0.177	11.66	3.03%	87.14%		
N° 100	0.149	6.53	1.70%	85.44%		
N° 200	0.074	34.06	8.85%	75.60%		
Fondo	0.01	294.90	76.80%	100.00%		
TOTAL	355.00				A B	

LL	=	30.56	WT	=	55.00
LP	=	18.23	WT+SAT	=	443.00
IP	=	12.33	WSAL	=	385.00
IG	=	11	WT+SDI	=	148.10
			WSDI	=	90.10
D 90	=		%MRC	=	76.60
D 60	=		%ERR	=	0.00
D 30	=		Cc	=	
D 10	=		Cu	=	

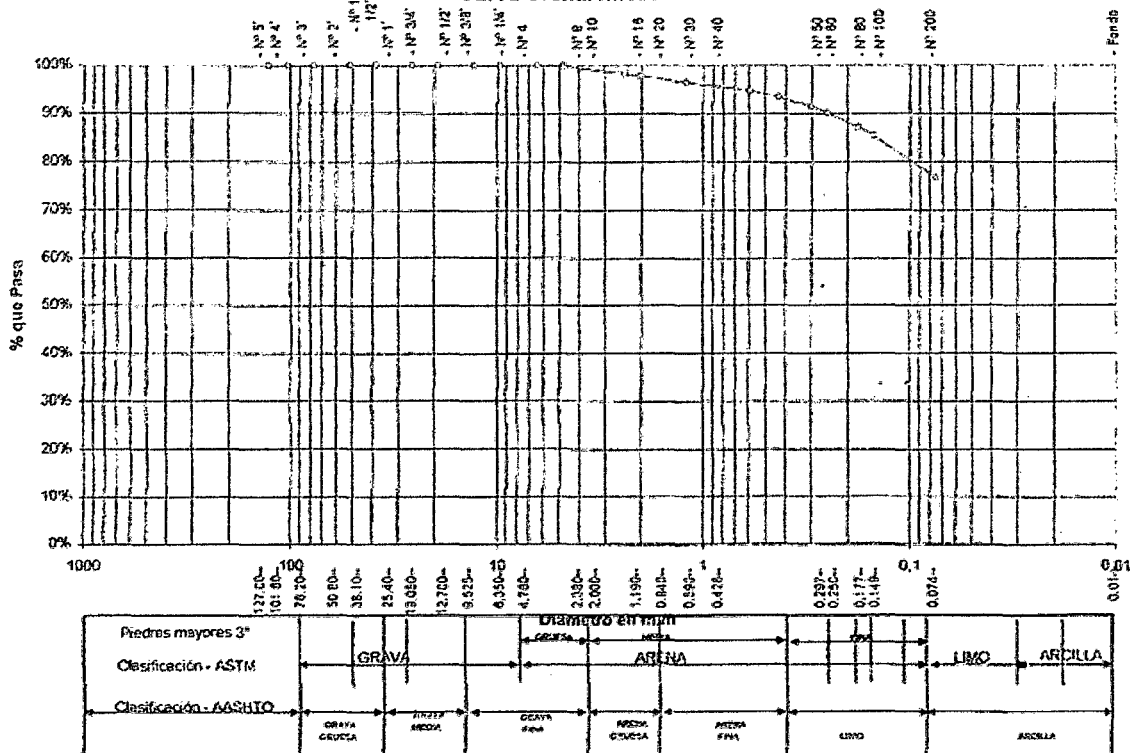
DESCRIPCION DEL SUELO ENSAYADO

El suelo es una arcilla inorgánica de consistencia suave arcilla débil con arena, de plasticidad media con 76.11% de limos, color marrón, con una resistencia al corte regular a deciente de compresibilidad y expansión elevada en condiciones saturadas, arena en 23.40% del total de la muestra.

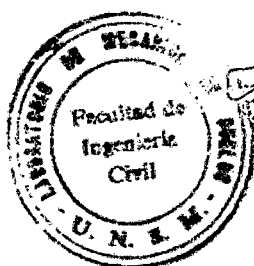
% de Humedad Natural de la muestra ensayada

Número de tarro	=	16	Peso del agua	=	81
Peso del tarro	=	58	Peso suelo húmedo	=	476
Peso del tarro + 80h	=	534	Peso suelo seco	=	385
Peso del tarro + 80h	=	443	% Humedad Natural	=	23.64

Curva Granulometrica



FIC 000000



Ing. Hugo Sánchez Morales
LAB. MEC. SUELOS Y PAV. U.N.S.M.
REG. CIP N° 37363



Ing. Hugo Sánchez Morales



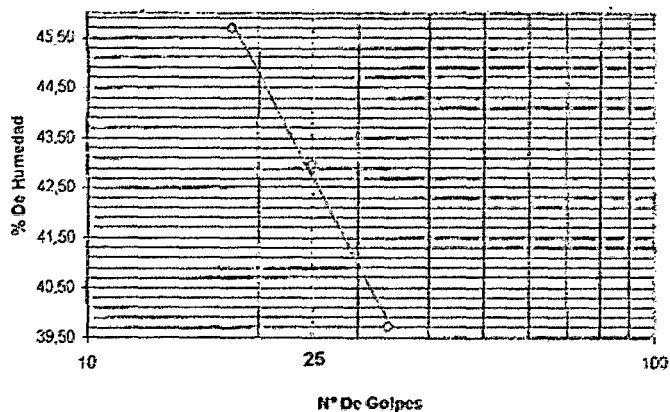
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC N° 119 - MOVIL 429629312-8627162
MORALES - PERU

Proyecto: REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL N° 08 IRRIGACION SISA M.I. DISTRITO SAN PABLO
Localización del Proyecto: DISTRITO SAN PABLO, PROVINCIA BELLAVISTA, REGION SAN MARTIN
Descripción del Suelo: Suelo arcillosos inorganicos
Hecho Por: Tec. Robert Navarro Mori
Zona: -
Profundidad de la Muestra: -
Calicata: C - 02
Fecha: 17/12/2009

Determinación del Límite Líquido ASTM D-4318

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	53,87	54,02	54,23
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	112,34	111,98	110,99
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	94,00	94,56	94,85
PESO DEL AGUA grs	18,34	17,42	16,14
PESO DEL SUELO SECO grs	40,13	40,54	40,62
% DE HUMEDAD	45,70	42,97	39,73
NUMERO DE GOLPES	18	25	34

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Indice de Flujo Fi	0,22
Límite de contracción (%)	NR
Límite Líquido (%)	42,84
Límite Plástico (%)	22,21
Indice de Plasticidad Ip (%)	20,63
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-7(20)
Indice de consistencia Ic	0,78

Determinación del Límite Plástico ASTM D-4318

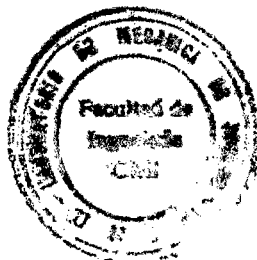
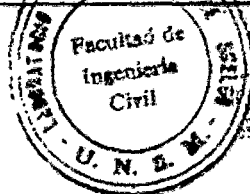
LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	54,87	54,30	54,29
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	89,87	85,65	87,77
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	83,51	79,96	81,68
PESO DEL AGUA grs	6,36	5,69	6,09
PESO DEL SUELO SECO grs	28,64	25,66	27,39
% DE HUMEDAD	22,21	22,17	22,23
% PROMEDIO	22,21		

LIMITE DE CONTRACCION ASTM D-427

Ensayo N°	
Peso Rec + Suelo húmedo Gr.	
Peso Rec + Suelo seco Gr.	
Peso de rec. De contracción Gr.	
Peso del suelo seco Gr.	
Peso del agua Gr.	
Humedad %	
Volumen Inicial (Suelo Húmedo) cm3	
Volumen Final (Suelo Seco) cm3	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	

NR

V. Hugo Sánchez Morado
REG. CIP N° 37393



Firma



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521482 - ANEXO FIC N° 119 - MOVIL 428626312-9677167
IIMORALES - PERU

Proyecto: REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CANAL LATERAL N° 08 IRRIGACION SISA M.I. DISTRITO SAN PABLO

Localización del Proyecto: DISTRITO SAN PABLO, PROVINCIA BELLAVISTA, REGION SAN MARTIN ZONA

Descripción del Suelo: Suelo arcillosos inorgánicos Profundidad de la Muestra:

Hecho Por: Tec. Robert Navarro Mori

Calicata: C-02
Fecha: 17/12/2009

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

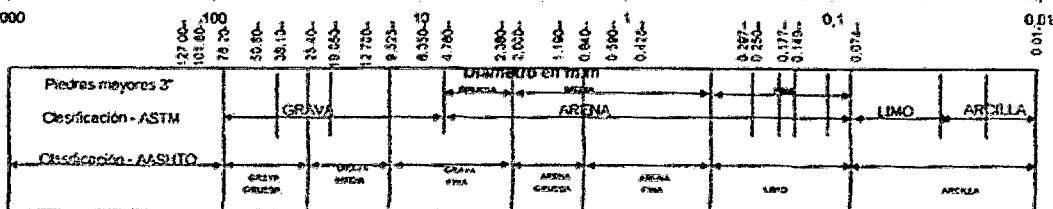
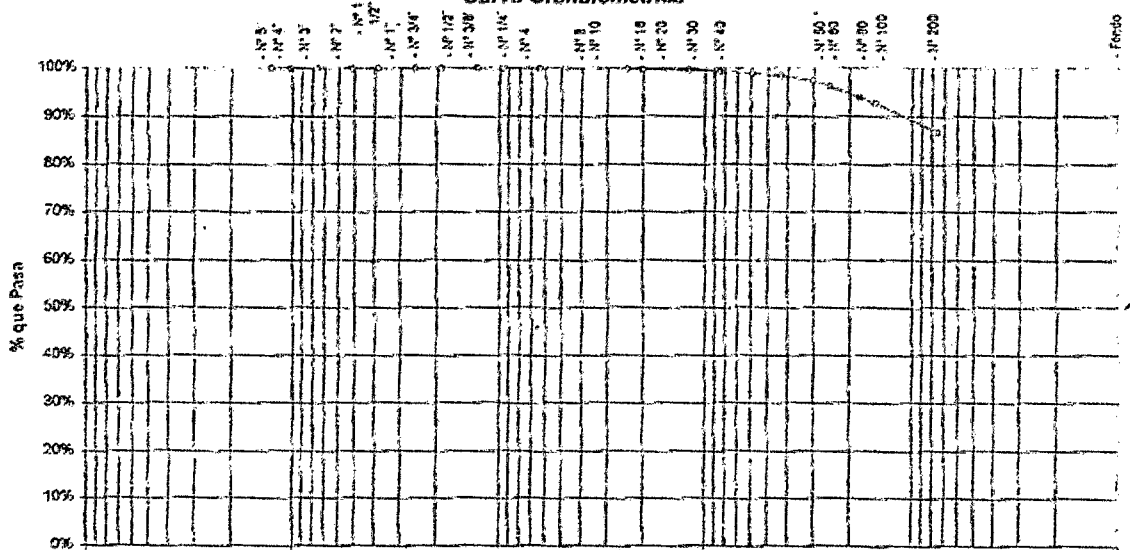
Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo
5"	127.00					Modulo de Fineza AF:
4"	101.60					Modulo de Fineza AG:
3"	76.20					Equivalente de Arena:
2"	50.80					Descripción Muestra:
1 1/2"	38.10					Grupo suelos por síctos finos Sub-Grupo: Limos y arcillas con LL 34 50% CL A-7(20)
1"	25.40					Arzillas inorgánicas de mediana plasticidad color negro con clasificación 4/9
3/4"	18.050					SUCS = CL AASHTO = A-7(20)
1/2"	12.700					LL = 42.84 WL = 22.21
3/8"	9.525					LP = 22.21 WT+SAL = 372.00
1/4"	6.350					IP = 20.63 WSAL = 314.00
N° 4	4.760			100.00%		MG = 20 WT+SOL = 99.59
N° 8	2.380	0.52	0.17%	99.83%		WSOL = 41.59
N° 10	2.000	0.12	0.04%	99.80%		%ARC. = 86.75
N° 16	1.190	0.23	0.23%	99.56%		%ERR. = 0.00
N° 20	0.840	0.74	0.97%	99.33%		CC =
N° 30	0.590	1.14	0.36%	98.96%		Cu =
N° 40	0.425	1.81	0.58%	98.38%		
N° 50	0.297	3.50	1.11%	97.27%		
N° 60	0.250	3.05	0.97%	96.30%		
N° 80	0.177	7.30	2.32%	93.98%		
N° 100	0.149	3.71	1.18%	92.80%		
N° 200	0.074	18.97	6.04%	86.75%		
Fondo	0.01	272.41	86.75%	100.02%		
TOTAL	314.00				A B	

DESCRIPCION DEL SUELO ENSAYADO
El suelo es una arcilla inorgánica de consistencia suave arcilla designada con arena, de plasticidad media con 86.75% de finos, color negro, con una resistencia al corte regular a deficiente de compresibilidad y expansión elevada en condiciones saturadas, arena en 13.25 % del total de la muestra. Material a corte

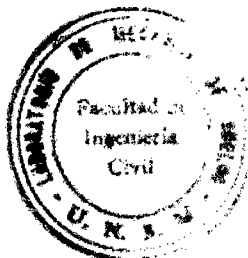
% de Humedad Natural de la muestra ensayada

Número de tarro =	322	Peso del agua =	84
Peso del tarro =	58	Peso suelo húmedo =	398
Peso del tarro + Mh =	456	Peso suelo seco =	314
Peso del tarro + Mh =	372	% Humedad Muestra =	26.75

Curva Granulométrica



Ing. V. Hugo Sánchez Mercado
JEFE LAB. MEC. SUELOS Y PAVIMENTOS
REG. CIP N° 37393



Handwritten signature

**ANEXO N° 05: PADRÓN DE USO DE
AGUA CON FINES AGRARIOS**



MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
INTENDENCIA DE RECURSOS HIDRICOS
ADMINISTRACIÓN TÉCNICA DEL DISTRITO DE RIEGO HUALLAGA CENTRAL



PADRÓN DE USO DE AGUA CON FINES AGRARIOS - LICENCIAS O AUTORIZACIÓN

Región : San Martín Distrito de Riego : Huallaga Central Junta de Usuarios : Huallaga Central
Provincia : Deltavista Subdistrito de Riego : Comisión de Regantes : Margen Izquierda
Distrito : Villa Bellavista Sector de Riego : Comité de Regantes :

DATOS DEL PREDIO

DATOS DEL USUARIO

DATOS DEL DERECHO DE USO DE AGUA

N° Orden	Unidad Catastral	Superficie (ha)		Nombre del Predio	Derecho de Agua Precedente		Apellidos y Nombres / Razón Social	DNI / RUC	Resolución		Licencia	Permiso	Agua Superficial			
		Total	Bajo Riego		N° Resolución	Fecha							Punto de Captación		Canal	Tipo de Uso
									N°	Fecha			Rio	Bocatoma		
01	30365	15,00	10,00	El Progreso	007-2003	21-mar-03	ALBERCA ROSILLO FERNANDO					10,00	Sisa	San Pablo	Progreso L.-1	Agrícola
02	30366	24,00	22,00	Vancouver	007-2003	21-mar-03	JIMENEZ JIMENEZ CARLOS FLORESMILO					22,00	Sisa	San Pablo	Progreso L.-1	Agrícola
03	30368	6,00	6,00		007-2003	21-mar-03	PINTADO CHAVES FLOR DE MARIA					8,00	Sisa	San Pablo	Pintado L.-2	Agrícola
04		3,00	3,00		007-2003	21-mar-03	PINTADO JIMENEZ RODRIGO					3,00	Sisa	San Pablo	Pintado L.-2	Agrícola
05	30368-P	3,50	3,50				JIMENEZ JIMENEZ CARLOS FLORESMILO	43451661	172-2005	16-sep-03		3,50	Sisa	San Pablo	Pintado L.-2	Agrícola
06		4,00	4,00		007-2003	21-mar-03	PINTADO CHAVES FLOR DE MARIA					6,00	Sisa	San Pablo	Pintado L.-2	Agrícola
07		3,00	3,00		007-2003	21-mar-03	JIMENEZ JIMENEZ NELSON					3,00	Sisa	San Pablo	Pintado L.-2	Agrícola
08	30369	12,00	10,00		007-2003	21-mar-03	VILLANUEVA PEREZ MAXIMO					10,00	Sisa	San Pablo	Progreso L.-1	Agrícola
09	30370	18,00	15,00		007-2003	21-mar-03	CHAVEZ SAAVEDRA MIGUEL					15,00	Sisa	San Pablo	Progreso L.-1	Agrícola
10	30371	7,00	7,00		007-2003	21-mar-03	CASTILLO FLORES MARCOS					8,00	Sisa	San Pablo	Progreso L.-1	Agrícola
Total Ha.		95,50	83,50									88,50				

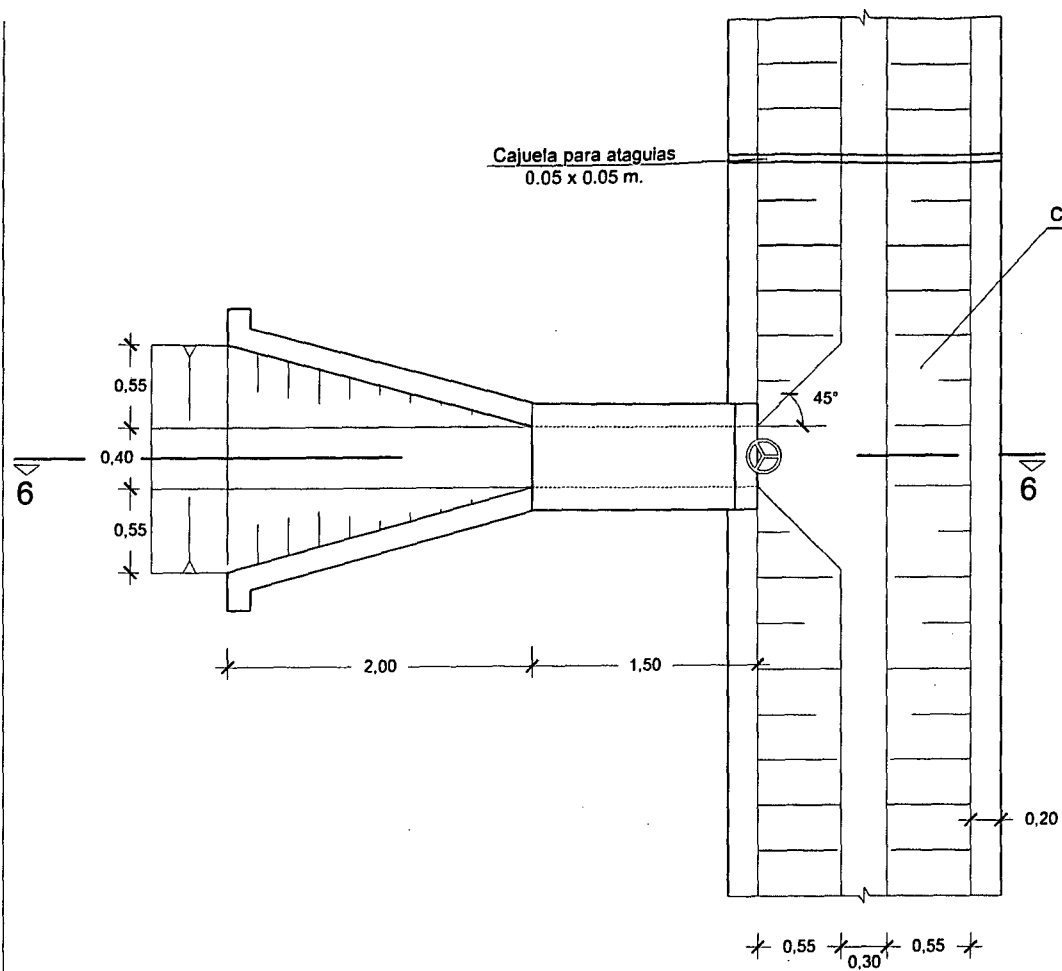
ANEXO N° 06: PLANOS

Plano de ubicación del proyecto

**Plano de planta y perfil longitudinal
del Km. 0+550 al Km. 1+250**

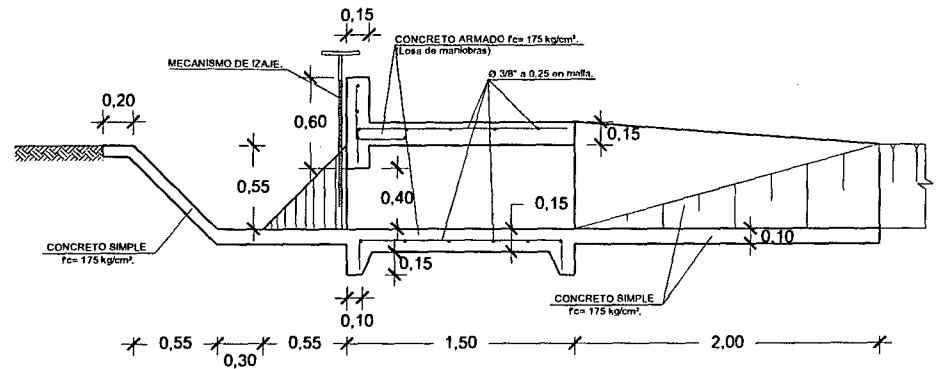
Plano de secciones transversales – Corte

Plano de planta y detalles – Toma
Parcelaria Km. 1+250



TOMA PARCELARIA (Km 01+250.00)

esc: 1/50



CORTE LONGITUDINAL 6 - 6

esc: 1/50

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



TITULACIÓN POR TESIS

REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL CANAL LATERAL N° 08 DE LA
MARGEN IZQUIERDA DE LA IRRIGACIÓN SISA - BELLAVISTA - SAN
MARTIN

PLANTA Y DETALLES DE LAS OBRAS DE ARTE

PROFESOR:	BACH. GILBER RENGIFO PINCHI	ACAD:	CRP	LAMEY:	
ALUMNO:	DR. ING. JOSE DEL C. PIZARRO BALDERA	ESCALA:	H: 1/1000 V: 1/100		
		FECHA:	JUNIO DEL 2011		

D-3